

## CONTENIDO

|  |   |
|--|---|
| 1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL                     | 2 |
| 1.1 Proyecto   | 2 |
| 1.1.1 Nombre del Proyecto  | 2 |
| 1.1.2 Ubicación del proyecto, comunidad, ejido, código postal, localidad, municipio o delegación y entidad federativa. | 2 |
| 1.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto   | 3 |
| 1.1.4 Presentación de la documentación legal   | 3 |
| 1.2 Promovente   | 3 |
| 1.2.1 Nombre o razón social  | 3 |
| 1.2.2 Registro federal de contribuyentes del promovente  | 3 |
| 1.2.3 Nombre y cargo del representante legal   | 3 |
| 1.2.4 Dirección del promovente   | 3 |
| 1.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental   | 3 |
| 1.3.1 Nombre o razón social  | 3 |
| 1.3.2 Nombre del responsable técnico del estudio   | 3 |
| 1.3.3 Dirección del responsable técnico del estudio  | 4 |

## FIGURA

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| Figura 1. 1 Ubicación del proyecto. | 2 |
|-------------------------------------|---|

# 1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

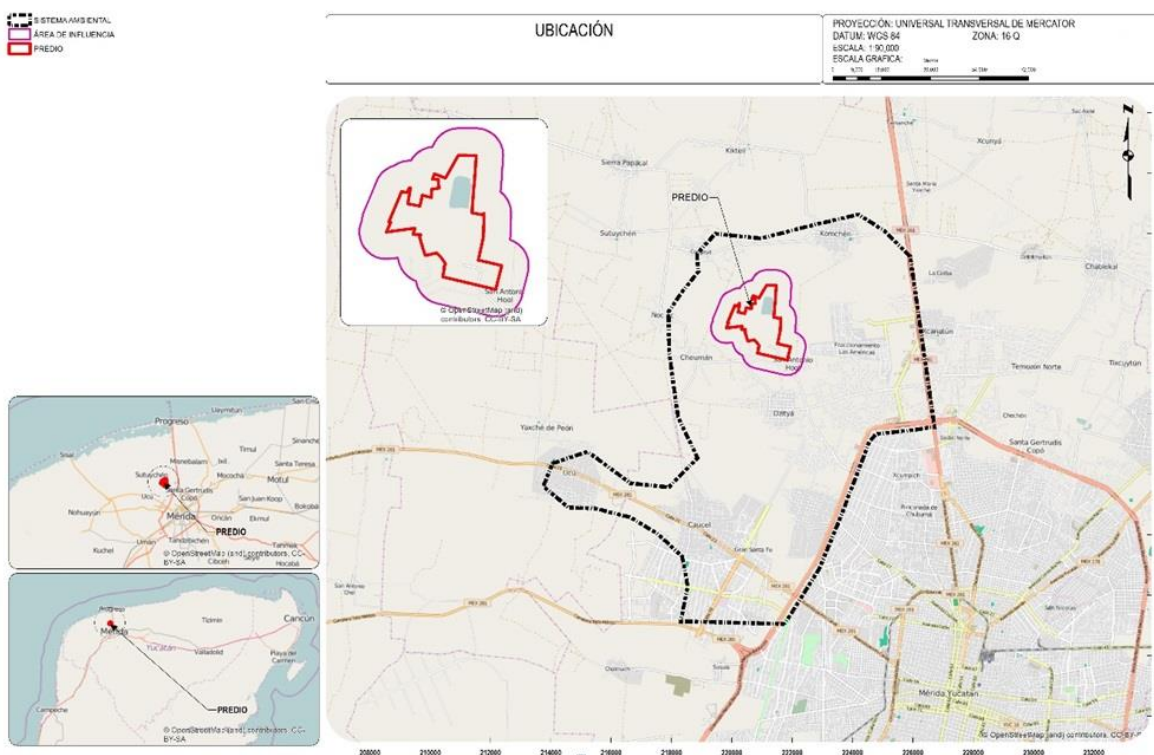
## 1.1 Proyecto

### 1.1.1 Nombre del Proyecto

Aprovechamiento de material pétreo en estrato húmedo del banco de materiales MITZA ubicado en San Antonio Ool.

### 1.1.2 Ubicación del proyecto, comunidad, ejido, código postal, localidad, municipio o delegación y entidad federativa

El predio en donde se pretende llevar el proyecto se encuentra ubicado al noroeste inmediato de la mancha urbana de la ciudad de Mérida, al norte de la localidad de Dzitya, en terrenos pertenecientes al Municipio de Mérida. El predio bajo estudio con una superficie total de 2,403,410.20 m<sup>2</sup> (240.341020 ha), no obstante, el proyecto solo ocupará 613,127.69 m<sup>2</sup> (61.312769 ha) (**Figura 1.1**).



**Figura 1. 1** Ubicación del proyecto.

### 1.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto

Se considera que la operación del proyecto tenga una vida útil de 30 años, tiempo que se requerirá para el aprovechamiento del material en estrato húmedo.

### 1.1.4 Presentación de la documentación legal

En el **Anexo 9** se integra toda la documentación legal de la empresa.

## 1.2 Promovente

### 1.2.1 Nombre o razón social

Productos Mitza S. A. de C. V.

### 1.2.2 Registro federal de contribuyentes del promovente

PMI770930L32

### 1.2.3 Nombre y cargo del representante legal

Eliminado: Dos renglones. Fundamento Legal Artículo 116 de la LGTAIP y Artículo 113 LFTAIP, en la cual se establece, que se considera información confidencial la que contiene datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable en base a la resolución 508/2017 emitida el 06 de Noviembre del presente año.

### 1.2.4 Dirección del promovente

Eliminado: Dos renglones. Fundamento Legal Artículo 116 de la LGTAIP y Artículo 113 LFTAIP, en la cual se establece, que se considera información confidencial la que contiene datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable en base a la resolución 508/2017 emitida el 06 de Noviembre del presente año.

## 1.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

### 1.3.1 Nombre o razón social

Servicios de Ingeniería Total y Topografía Digital

### 1.3.2 Nombre del responsable técnico del estudio

Ing. Carlos Ek Briceño RFC: EBCA750603. Cedula profesional: 5670770 (en el **Anexo 5** se encuentra la copia de la identificación).

Colaboradores:

Biol. José David Uh Ramos (Muestreo e identificación del sistema ambiental).

Biol. José Armando Collí Mukul (Muestreo e identificación del sistema ambiental).

Ing. Ariadna Yuridia Díaz May (Evaluación de la normatividad).

Ing. María Aracely Mondragón Flores (Propuestas de las medidas de mitigación).  
Biol. Alem Canto Rodríguez (Muestreo de fauna).  
Biol. Guadalupe Inés Alonzo Basto (Muestreo e identificación del sistema ambiental).

### **1.3.3 Dirección del responsable técnico del estudio**

Calle 47 # 315 X 52 Y 54, Fraccionamiento Francisco de Montejo, C.P. 97203, Mérida, Yucatán, México Informes: Cel.: (999)156.35.98, Tel: (01 999) 286.57.42.

## CONTENIDO

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 2.      | DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO  | 2  |
| 2.1     | Información del Proyecto  | 2  |
| 2.1.1   | Naturaleza del Proyecto   | 2  |
| 2.1.2   | Selección del Sitio   | 2  |
| 2.1.3   | Ubicación física del proyecto y planos de localización                                    | 3  |
| 2.1.4   | Inversión requerida   | 8  |
| 2.1.5   | Dimensiones del proyecto  | 8  |
| 2.1.6   | Uso actual de suelo   | 9  |
| 2.1.7   | Urbanización del área y descripción de los servicios requeridos.                          | 9  |
| 2.2     | Características particulares del proyecto   | 10 |
| 2.2.1   | Programa general de trabajo   | 10 |
| 2.2.1.1 | Estudios de campo y gabinete  | 11 |
| 2.2.2   | Preparación del sitio   | 12 |
| 2.2.3   | Descripción de obras y actividades provisionales al proyecto                              | 13 |
| 2.2.4   | Etapas de construcción  | 13 |
| 2.2.5   | Etapas de operación y mantenimiento   | 13 |
| 2.2.6   | Descripción de obras asociadas al proyecto  | 17 |
| 2.2.7   | Etapas de abandono del sitio  | 17 |
| 2.2.8   | Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera | 19 |
| 2.2.9   | Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos                  | 19 |

## TABLAS

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Tabla 2. 1 | Coordenadas del predio.   | 3  |
| Tabla 2. 2 | Coordenadas del área del aprovechamiento en estrato húmedo.         | 4  |
| Tabla 2. 3 | Coordenadas del área del amortiguamiento.                           | 5  |
| Tabla 2. 4 | Inversión aproximada del proyecto                                   | 8  |
| Tabla 2. 5 | Superficies del predio.   | 9  |
| Tabla 2. 6 | Servicios requeridos en el área del proyecto                        | 10 |
| Tabla 2. 7 | Cronograma del proyecto expresado en años.                          | 11 |
| Tabla 2. 8 | Modelo del programa general de reforestación del banco de material. | 18 |

## FIGURAS

|             |   |   |
|-------------|---|---|
| Figura 2. 1 | Ubicación del proyecto.                           | 7 |
| Figura 2. 2 | Ubicación en la Carta topográfica INEGI 1:50,000. | 7 |
| Figura 2. 3 | Hidrología de la zona del proyecto.               | 8 |

## FOTOGRAFÍAS

|                 |  |    |
|-----------------|--|----|
| Fotografía 2. 1 | Aspecto de los montículos a retirar, como se observa está ocupada por algunas especies herbáceas.        | 12 |
| Fotografía 2. 2 | Ejemplificación del retiro de montículos de despalle y cribado para la obtención de rocas para triturar. | 13 |
| Fotografía 2. 3 | Ejemplificación de un Drill para la realización de las perforaciones.                                    | 14 |
| Fotografía 2. 4 | Ejemplificación de una draga línea extrayendo material en estrato húmedo.                                | 15 |
| Fotografía 2. 5 | Ejemplificación de la clasificación del material.  | 16 |
| Fotografía 2. 6 | Ejemplificación la carga y acarreo de material.  | 16 |

## 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### 2.1 Información del Proyecto

#### 2.1.1 Naturaleza del Proyecto

El presente proyecto tiene el objetivo el aprovechamiento materia pétreo en estrato húmedo, el área que se pretende aprovechar en húmedo cuenta con el aprovechamiento en estrato seco en 4 m de profundidad del cual ya se tiene una autorización previa en materia de impacto ambiental emitida por la autoridad Estatal y con este proyecto se pretende aprovechar 15 m de profundidad en estrato húmedo (15 m por debajo de los 4 m aprovechados en estrato seco). Este banco tiene las siguientes dimensiones: el predio (formado por los tablajes 13728, 13729, 13730, 13731, 13732, 13733, 13734, 13735, 13736, 13737, 13738, 13739, 13740, 13741, 13742, 13743, 13744, 13745, 34212, 34214, 34215, 34216, 34217, 34219, 34220, 34221, 34223, 34224 y 34225) cuenta con una superficie total de 2,403,410.20 m<sup>2</sup> (240.341020 ha), no obstante, el proyecto solo ocupará 613,127.69 m<sup>2</sup> (61.312769 ha), dejándose 679,231.58 m<sup>2</sup> (67.923158 ha) para el área de amortiguamiento, el resto del predio se distribuye en otros usos.

Debido al tipo de actividad de extracción de materiales pétreos en el proyecto y de acuerdo a los lineamientos establecidos en el marco legal aplicable para este proyecto, se pretenden llevar a cabo diferentes estrategias para lograr mantener la estabilidad del resto de elementos ambientales que ocurren en el sitio de este proyecto, tales como un área de amortiguamiento con vegetación de los alrededores, medidas para la fauna silvestre y aguas subterráneas, principalmente.

Algunas de estas estrategias contemplan la utilización de caminos, senderos y brechas ya existentes en el aprovechamiento en estrato seco para el acceso al lugar, con el fin de obtener el menor grado de perturbación posible sobre la flora y fauna del sitio. Asimismo se considera no dar ningún tipo de mantenimiento en el sitio a la maquinaria de excavación así como a los camiones de volteo y camionetas de transporte que participen.

#### 2.1.2 Selección del Sitio

El proyecto se realizará en un área prácticamente desprovista de vegetación, en la que se observaron algunos fragmentos aislados de material de despalle durante el aprovechamiento en estrato seco, en la que germinaron algunas especies y por lo tanto se observa vegetación principalmente herbácea y arbustiva, la zona de los alrededores es una vegetación secundaria derivada de selva baja caducifolia.

La principal afectación de la zona es la influencia del crecimiento de la mancha urbana y que además los alrededores son zonas industriales, también se encuentra la influencia de granjas avícolas y otros bancos de materiales. Este proyecto traerá muchos empleos tanto temporales como permanentes para los pobladores cercanos.

2.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización

El proyecto se encuentra ubicado al noroeste de la localidad de Diztá y al noroeste de la de la ciudad de Mérida, en terrenos pertenecientes al Municipio de Mérida. El predio bajo estudio (formado por los tablajes 13728, 13729, 13730, 13731, 13732, 13733, 13734, 13735, 13736, 13737, 13738, 13739, 13740, 13741, 13742, 13743, 13744, 13745, 34212, 34214, 34215, 34216, 34217, 34219, 34220, 34221, 34223, 34224 y 34225) cuenta con una superficie total de 2,403,410.20 m² (240.341020 ha), no obstante, el proyecto solo ocupará 1,292,359.27 m² (129.235927 ha). La superficie seleccionada para el proyecto en la ubicación prevista, será ocupada por las áreas solicitadas. Ver **Figura 2.1** de ubicación, **Figura 2.2** Plano de la Topografía 1:50,000 del INEGI en la que se observan colindancias y vías de acceso, **Figura 2.3** de Hidrografía, y plano del proyecto con clave **PRE01** y **USO01** en el **Anexo 2**. A continuación se presentan las coordenadas del predio y las de las áreas que comprenden al proyecto (UTM, datum WGS 84, zona 16 Q).

Tabla 2. 1 Coordenadas del predio.

| VÉRTICE | X           | Y            | VÉRTICE                    | X           | Y            |
|---------|-------------|--------------|----------------------------|-------------|--------------|
| 1       | 221459.3565 | 2334027.2944 | 27                         | 220342.6089 | 2332931.1221 |
| 2       | 221448.4085 | 2333838.1044 | 28                         | 219815.7455 | 2332862.0301 |
| 3       | 221431.0075 | 2333667.1144 | 29                         | 219895.0829 | 2333044.4252 |
| 4       | 221396.5578 | 2333218.3437 | 30                         | 219863.1802 | 2333052.5001 |
| 5       | 221593.8446 | 2333180.3513 | 31                         | 220058.9976 | 2333516.0236 |
| 6       | 221624.7305 | 2333204.9547 | 32                         | 220076.7087 | 2333562.2492 |
| 7       | 221609.2282 | 2332765.1606 | 33                         | 220095.3531 | 2333607.4872 |
| 8       | 221517.0198 | 2332340.2012 | 34                         | 220096.7042 | 2333607.2705 |
| 9       | 221950.0681 | 2332239.8002 | 35                         | 220194.3711 | 2333591.6061 |
| 10      | 221839.8062 | 2331799.1406 | 36                         | 220245.4939 | 2333679.6992 |
| 11      | 220857.0166 | 2332030.7021 | 37                         | 220259.9399 | 2333677.2250 |
| 12      | 220880.8232 | 2332160.8426 | 38                         | 220211.2578 | 2333382.1516 |
| 13      | 220882.8218 | 2332215.5761 | 39                         | 220437.7581 | 2333339.5350 |
| 14      | 220884.7512 | 2332222.8961 | 40                         | 220477.4932 | 2333539.4742 |
| 15      | 220903.6470 | 2332257.2526 | 41                         | 220648.7491 | 2333497.7444 |
| 16      | 220907.2706 | 2332271.9526 | 42                         | 220657.4200 | 2333657.8245 |
| 17      | 220905.3213 | 2332279.8351 | 43                         | 220787.9497 | 2333674.3183 |
| 18      | 220825.8503 | 2332392.8019 | 44                         | 220772.1004 | 2333836.6217 |
| 19      | 220778.8645 | 2332439.4506 | 45                         | 220669.9924 | 2333837.1151 |
| 20      | 220746.3251 | 2332473.5699 | 46                         | 220686.5252 | 2333884.9497 |
| 21      | 220533.2044 | 2332425.1985 | 47                         | 220705.4751 | 2333936.0979 |
| 22      | 220489.2409 | 2332569.7005 | 48                         | 220910.3547 | 2333858.8543 |
| 23      | 220431.6550 | 2332760.3663 | 49                         | 221148.1867 | 2334279.5525 |
| 24      | 220449.7374 | 2332810.6386 | 50                         | 221478.4175 | 2334279.2144 |
| 25      | 220358.2246 | 2332816.0013 | 1                          | 221459.3565 | 2334027.2944 |
| 26      | 220310.5157 | 2332818.7923 | SUPERFICIE 2,403,410.20 m² |             |              |

**Tabla 2. 2** Coordenadas del área del aprovechamiento en estrato húmedo.

| VÉRTICE | X           | Y            | VÉRTICE | X           | Y            |
|---------|-------------|--------------|---------|-------------|--------------|
| 1       | 221378.1148 | 2333838.7711 | 50      | 221334.9500 | 2333326.4680 |
| 2       | 221365.9240 | 2333863.3940 | 51      | 221335.4506 | 2333329.2290 |
| 3       | 221372.7430 | 2333889.9720 | 52      | 221321.6394 | 2333161.4849 |
| 4       | 221370.2250 | 2333894.3430 | 53      | 221521.7776 | 2333122.9434 |
| 5       | 221350.5390 | 2333908.9380 | 54      | 221513.2018 | 2332879.6522 |
| 6       | 221363.3000 | 2333966.6400 | 55      | 221403.2209 | 2332924.2644 |
| 7       | 221144.8600 | 2333991.6510 | 56      | 221349.4336 | 2332928.9919 |
| 8       | 221115.6920 | 2333980.6180 | 57      | 221333.8799 | 2332928.9605 |
| 9       | 221105.1480 | 2333933.1370 | 58      | 221313.8234 | 2332933.2990 |
| 10      | 221075.8480 | 2333913.5630 | 59      | 221283.5171 | 2332948.9884 |
| 11      | 221064.4020 | 2333869.3580 | 60      | 221263.2706 | 2332951.6811 |
| 12      | 221052.5950 | 2333844.5700 | 61      | 221261.9086 | 2332951.7431 |
| 13      | 221042.9460 | 2333806.3160 | 62      | 221255.5688 | 2333053.9839 |
| 14      | 221044.7490 | 2333798.6500 | 63      | 221125.6749 | 2333091.3658 |
| 15      | 221036.7240 | 2333793.7400 | 64      | 221108.0776 | 2333052.3023 |
| 16      | 221028.5300 | 2333762.5650 | 65      | 221020.1235 | 2333083.1002 |
| 17      | 221018.1800 | 2333733.7510 | 66      | 220874.1807 | 2332984.8133 |
| 18      | 221016.8910 | 2333713.9010 | 67      | 220830.7003 | 2332960.6911 |
| 19      | 221011.5950 | 2333685.1450 | 68      | 220818.0249 | 2332942.3117 |
| 20      | 221005.3410 | 2333667.3210 | 69      | 220693.6265 | 2332975.7695 |
| 21      | 220992.2110 | 2333621.2480 | 70      | 220681.5099 | 2332843.9573 |
| 22      | 220977.9540 | 2333602.8320 | 71      | 220687.5204 | 2332766.0847 |
| 23      | 220966.5740 | 2333556.0530 | 72      | 220722.9836 | 2332703.3749 |
| 24      | 220939.5120 | 2333548.6320 | 73      | 220737.7709 | 2332687.9994 |
| 25      | 220925.9360 | 2333489.5550 | 74      | 220732.2610 | 2332641.4641 |
| 26      | 220926.3870 | 2333469.4450 | 75      | 220751.5416 | 2332604.1267 |
| 27      | 220911.2720 | 2333429.2400 | 76      | 220729.5174 | 2332572.2985 |
| 28      | 220902.7840 | 2333426.2220 | 77      | 220601.7957 | 2332543.3098 |
| 29      | 220897.7020 | 2333323.9190 | 78      | 220584.9406 | 2332598.7102 |
| 30      | 220905.1450 | 2333325.6280 | 79      | 220536.9429 | 2332757.6299 |
| 31      | 220908.2580 | 2333320.8120 | 80      | 220589.1027 | 2332902.6431 |
| 32      | 220913.5420 | 2333304.6600 | 81      | 220440.9540 | 2332911.3248 |
| 33      | 220947.3050 | 2333301.2840 | 82      | 220480.5952 | 2333050.0736 |
| 34      | 220999.1420 | 2333306.8970 | 83      | 219977.9166 | 2332984.1532 |
| 35      | 221022.7540 | 2333301.6560 | 84      | 220033.7373 | 2333112.4839 |
| 36      | 221052.1750 | 2333299.1430 | 85      | 220000.6191 | 2333120.8665 |
| 37      | 221096.1200 | 2333298.1810 | 86      | 220109.2049 | 2333377.9022 |
| 38      | 221129.1740 | 2333298.8840 | 87      | 220096.6750 | 2333301.9560 |
| 39      | 221140.3290 | 2333299.8820 | 88      | 220516.5454 | 2333222.9563 |
| 40      | 221157.8150 | 2333297.1160 | 89      | 220555.2294 | 2333417.6063 |



| VÉRTICE                         | X           | Y            | VÉRTICE | X           | Y            |
|---------------------------------|-------------|--------------|---------|-------------|--------------|
| 41                              | 221165.1700 | 2333299.8720 | 90      | 220742.0887 | 2333372.0744 |
| 42                              | 221167.7970 | 2333297.5600 | 91      | 220752.7595 | 2333569.0765 |
| 43                              | 221182.3040 | 2333299.1240 | 92      | 220874.1211 | 2333584.4118 |
| 44                              | 221221.0350 | 2333302.9820 | 93      | 220976.5273 | 2333772.7077 |
| 5                               | 221271.8830 | 2333299.0740 | 94      | 221206.4938 | 2334179.4928 |
| 46                              | 221308.6120 | 2333289.0410 | 95      | 221400.6571 | 2334179.2940 |
| 47                              | 221314.9050 | 2333286.6380 | 96      | 221389.5092 | 2334031.9574 |
| 48                              | 221324.1360 | 2333292.4020 | 97      | 221378.6136 | 2333843.6725 |
| 49                              | 221333.1750 | 2333311.2300 | 1       | 221378.1148 | 2333838.7711 |
| <b>SUPERFICIE 613,127.69 m²</b> |             |              |         |             |              |

**Tabla 2. 3** Coordenadas del área del amortiguamiento.

| VÉRTICE | X           | Y            | VÉRTICE | X           | Y            |
|---------|-------------|--------------|---------|-------------|--------------|
| 1       | 221478.4175 | 2334279.2144 | 64      | 221382.5420 | 2333829.8290 |
| 2       | 221459.3565 | 2334027.2944 | 65      | 221378.1148 | 2333838.7711 |
| 3       | 221448.4085 | 2333838.1044 | 66      | 221378.6136 | 2333843.6725 |
| 4       | 221431.0075 | 2333667.1144 | 67      | 221389.5092 | 2334031.9574 |
| 5       | 221396.5578 | 2333218.3437 | 68      | 221400.6571 | 2334179.2940 |
| 6       | 221593.8446 | 2333180.3513 | 69      | 221206.4938 | 2334179.4928 |
| 7       | 221624.7305 | 2333204.9547 | 70      | 220976.5273 | 2333772.7077 |
| 8       | 221609.2282 | 2332765.1606 | 71      | 220874.1211 | 2333584.4118 |
| 9       | 221579.6327 | 2332777.1656 | 72      | 220752.7595 | 2333569.0765 |
| 10      | 221386.6356 | 2332855.4523 | 73      | 220742.0887 | 2333372.0744 |
| 11      | 221346.4338 | 2332858.9857 | 74      | 220555.2294 | 2333417.6063 |
| 12      | 221326.4654 | 2332858.9454 | 75      | 220516.5454 | 2333222.9563 |
| 13      | 221289.9165 | 2332866.8514 | 76      | 220096.6750 | 2333301.9560 |
| 14      | 221262.1816 | 2332881.2096 | 77      | 220109.2049 | 2333377.9022 |
| 15      | 221257.0523 | 2332881.8918 | 78      | 220000.6191 | 2333120.8665 |
| 16      | 221240.7546 | 2332882.6340 | 79      | 220033.7373 | 2333112.4839 |
| 17      | 221195.1188 | 2332897.8055 | 80      | 219977.9166 | 2332984.1532 |
| 18      | 221188.7589 | 2333000.3698 | 81      | 220480.5952 | 2333050.0736 |
| 19      | 221164.5910 | 2333007.3251 | 82      | 220440.9540 | 2332911.3248 |
| 20      | 221145.5332 | 2332965.0195 | 83      | 220589.1027 | 2332902.6431 |
| 21      | 221030.1145 | 2333005.4344 | 84      | 220536.9429 | 2332757.6299 |
| 22      | 220910.7789 | 2332925.0665 | 85      | 220584.9406 | 2332598.7102 |
| 23      | 220879.0088 | 2332907.4410 | 86      | 220601.7957 | 2332543.3098 |
| 24      | 220847.5835 | 2332861.8740 | 87      | 220729.5174 | 2332572.2985 |
| 25      | 220755.7231 | 2332886.5805 | 88      | 220751.5416 | 2332604.1267 |
| 26      | 220751.7578 | 2332843.4432 | 89      | 220732.2610 | 2332641.4641 |
| 27      | 220756.1149 | 2332786.9922 | 90      | 220737.7709 | 2332687.9994 |
| 28      | 220779.5641 | 2332745.5268 | 91      | 220722.9836 | 2332703.3749 |

| VÉRTICE                         | X           | Y            | VÉRTICE | X           | Y            |
|---------------------------------|-------------|--------------|---------|-------------|--------------|
| 29                              | 220811.1791 | 2332712.6542 | 92      | 220687.5204 | 2332766.0847 |
| 30                              | 220804.2968 | 2332654.5285 | 93      | 220681.5099 | 2332843.9573 |
| 31                              | 220819.7355 | 2332624.6310 | 94      | 220693.6265 | 2332975.7695 |
| 32                              | 220826.0683 | 2332588.8110 | 95      | 220818.0249 | 2332942.3117 |
| 33                              | 220746.3251 | 2332473.5699 | 96      | 220830.7003 | 2332960.6911 |
| 34                              | 220533.2044 | 2332425.1985 | 97      | 220874.1807 | 2332984.8133 |
| 35                              | 220489.2409 | 2332569.7005 | 98      | 221020.1235 | 2333083.1002 |
| 36                              | 220431.6550 | 2332760.3663 | 99      | 221108.0776 | 2333052.3023 |
| 37                              | 220449.7374 | 2332810.6386 | 100     | 221125.6749 | 2333091.3658 |
| 38                              | 220358.2246 | 2332816.0013 | 101     | 221255.5688 | 2333053.9839 |
| 39                              | 220310.5157 | 2332818.7923 | 102     | 221261.9086 | 2332951.7431 |
| 40                              | 220342.6089 | 2332931.1221 | 103     | 221263.2706 | 2332951.6811 |
| 41                              | 219815.7455 | 2332862.0301 | 104     | 221283.5171 | 2332948.9884 |
| 42                              | 219895.0829 | 2333044.4252 | 105     | 221313.8234 | 2332933.2990 |
| 43                              | 219863.1802 | 2333052.5001 | 106     | 221333.8799 | 2332928.9605 |
| 44                              | 220058.9976 | 2333516.0236 | 107     | 221349.4336 | 2332928.9919 |
| 45                              | 220076.7087 | 2333562.2492 | 108     | 221403.2209 | 2332924.2644 |
| 46                              | 220095.3531 | 2333607.4872 | 109     | 221513.2018 | 2332879.6522 |
| 47                              | 220096.7042 | 2333607.2705 | 110     | 221521.7776 | 2333122.9434 |
| 48                              | 220194.3711 | 2333591.6061 | 111     | 221321.6394 | 2333161.4849 |
| 49                              | 220245.4939 | 2333679.6992 | 112     | 221335.4506 | 2333329.2290 |
| 50                              | 220259.9399 | 2333677.2250 | 113     | 221340.7500 | 2333358.4560 |
| 51                              | 220211.2578 | 2333382.1516 | 114     | 221345.8040 | 2333382.5770 |
| 52                              | 220437.7581 | 2333339.5350 | 115     | 221349.2630 | 2333442.4605 |
| 53                              | 220477.4932 | 2333539.4742 | 116     | 221352.7220 | 2333502.3440 |
| 54                              | 220648.7491 | 2333497.7444 | 117     | 221364.9460 | 2333584.8370 |
| 55                              | 220657.4200 | 2333657.8245 | 118     | 221368.2800 | 2333594.5910 |
| 56                              | 220787.9497 | 2333674.3183 | 119     | 221370.9580 | 2333640.9610 |
| 57                              | 220772.1004 | 2333836.6217 | 120     | 221388.9690 | 2333735.0830 |
| 58                              | 220669.9924 | 2333837.1151 | 121     | 221390.4180 | 2333742.1440 |
| 59                              | 220686.5252 | 2333884.9497 | 122     | 221398.5600 | 2333754.4340 |
| 60                              | 220705.4751 | 2333936.0979 | 123     | 221370.5291 | 2333764.2307 |
| 61                              | 220910.3547 | 2333858.8543 | 124     | 221375.6457 | 2333814.5083 |
| 62                              | 221148.1867 | 2334279.5525 | 125     | 221382.5420 | 2333829.8290 |
| 63                              | 221478.4175 | 2334279.2144 | 1       | 221478.4175 | 2334279.2144 |
| <b>SUPERFICIE 679,231.58 m²</b> |             |              |         |             |              |

En el plano con clave **USO01** del **Anexo 2**, se indican las áreas del predio y del proyecto bajo estudio.

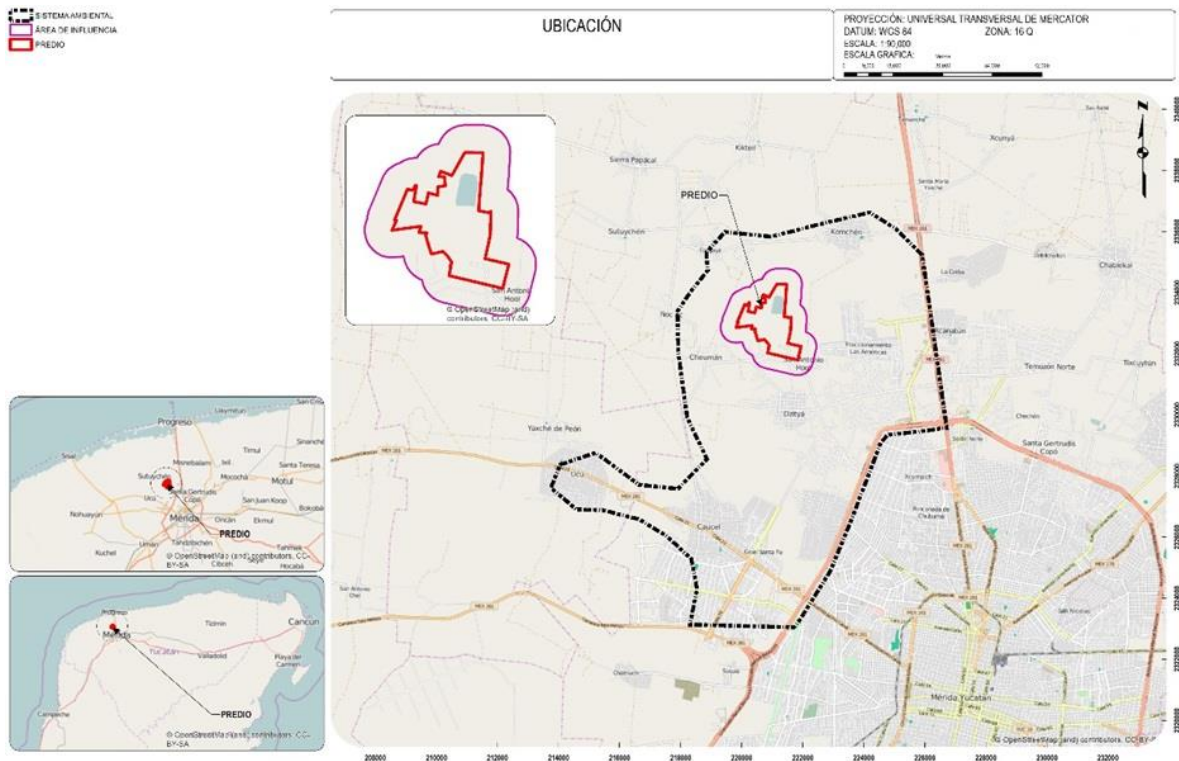


Figura 2. 1 Ubicación del proyecto.

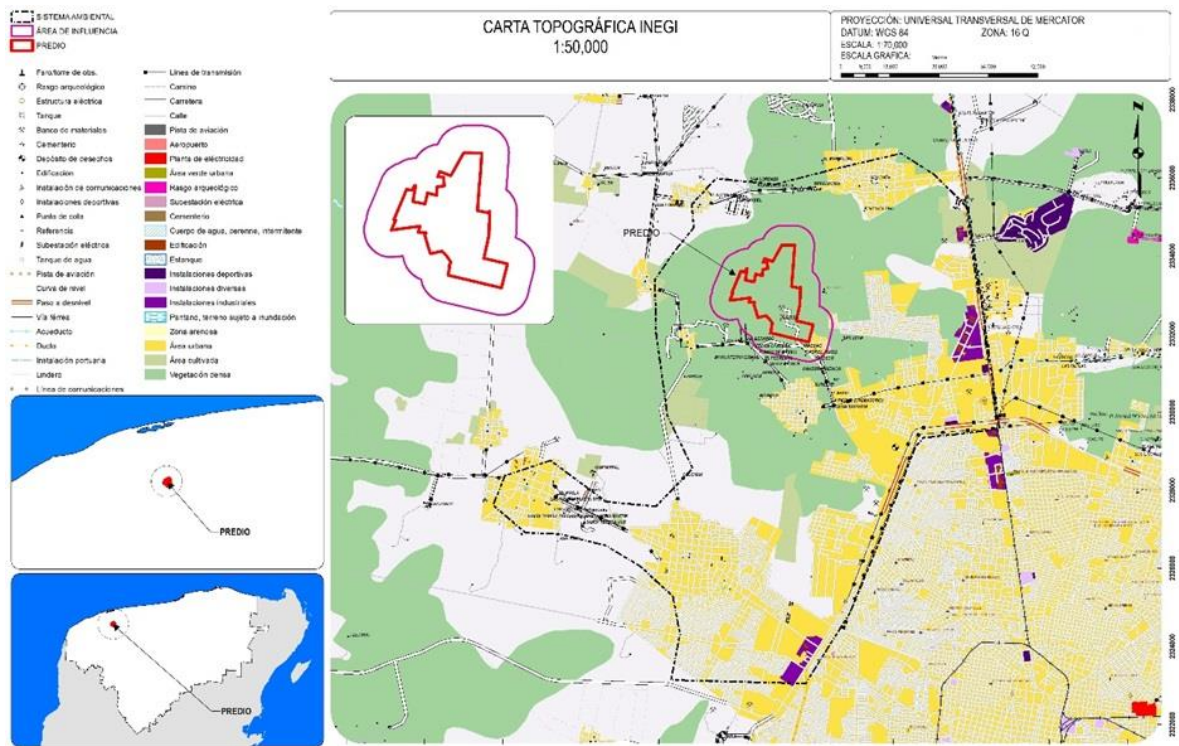
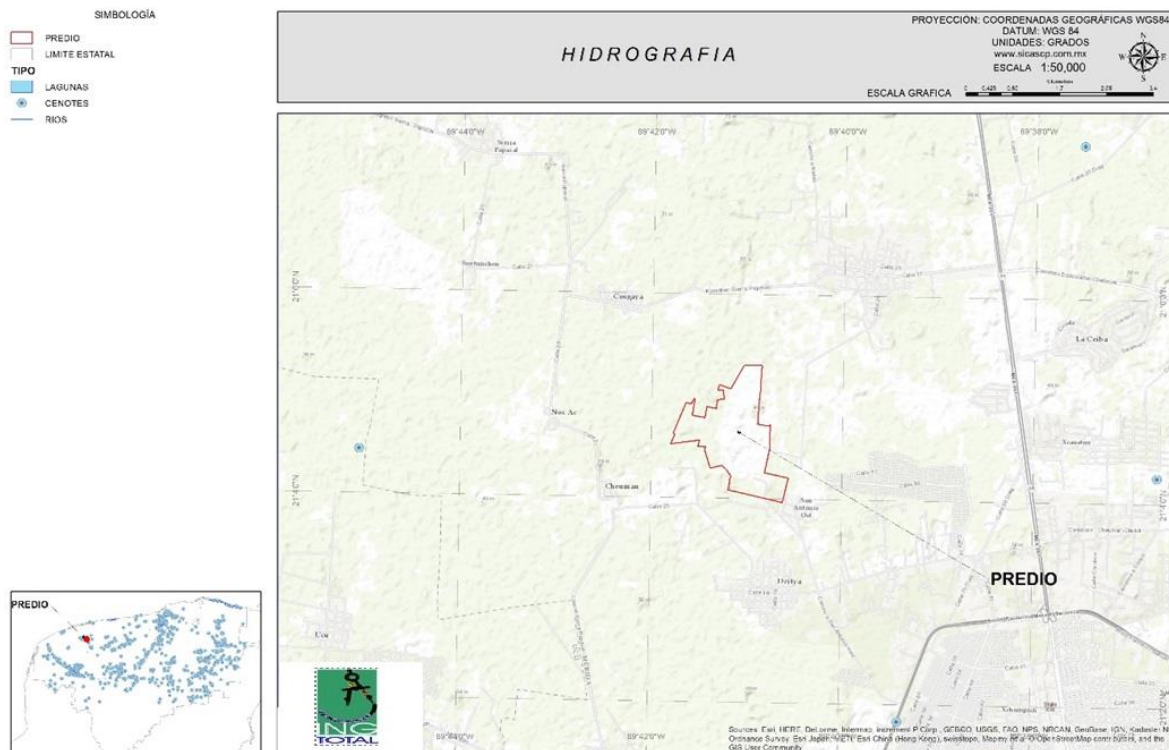


Figura 2. 2 Ubicación en la Carta topográfica INEGI 1:50,000.



**Figura 2. 3** Hidrología de la zona del proyecto.

Como se observa en la figura anterior, no hay cuerpos de agua naturales (cenotes) ni en la zona ni en el predio.

### 2.1.4 Inversión requerida

**Tabla 2. 4** Inversión aproximada del proyecto

| ACTIVIDAD                | MONTO           |
|--------------------------|-----------------|
| Monto Total del Proyecto | \$15,500,000.00 |
| Monto de operación       | \$15,250,000.00 |
| Protección Ambiental     | \$250,000.00    |

Las actividades referidas en el rubro de protección ambiental son las contempladas en el proyecto: protección a la fauna, supervisión ambiental en obra, control de desechos sólidos y peligrosos generados en la operación, entre otras medidas.

### 2.1.5 Dimensiones del proyecto

El proyecto se encuentra en un polígono con una superficie total de 2,403,410.20 m<sup>2</sup> (240.341020 ha), de las cuales el proyecto tiene una superficie de 1,292,359.27 m<sup>2</sup> (129.235927 ha), y el resto del predio comprende otros usos que no forman parte del proyecto como el área industrial que es donde se encuentran oficinas, baños, comedor, almacenes y en donde se tritura material pétreo, etc. Ver plano clave **PRE01** y **USO01** en el **Anexo 2**, cuya superficie se distribuye de la siguiente manera:

**Tabla 2. 5** Superficies del predio.

| CONCEPTOS               |   | m²           | ha         | %      |         |  |
|-------------------------|---|--------------|------------|--------|---------|--|
| PREDIO                  |   | 2,403,410.20 | 240.341020 | 100.0% |         |  |
| SUPERFICIE BAJO ESTUDIO | Proyecto  | 1,292,359.27 | 129.235927 | 53.8%  | 100.00% | REPRESENTATIVIDAD SEGUN LA SUPERFICIE E DEL PROYECTO |
|                         | superficie de aprovechamiento en estrato húmedo | 613,127.69   | 61.312769  |        | 47.4%   |  |
|                         | superficie de amortiguamiento                   | 679,231.58   | 67.923158  |        | 52.6%   |  |
| NO SOLICITADA           | Área industrial                                 | 857,697.48   | 85.769748  | 35.7%  |         |  |
|                         | Otros usos                                      | 253,353.45   | 25.335345  | 10.5%  |         |  |

### 2.1.6 Uso actual de suelo

El área en que se desarrollará el proyecto se encuentra inmerso en un área de crecimiento urbano en la zona sureste. En la zona se pueden observar principalmente desarrollos inmobiliarios rodeados de áreas de pastoreo de ganado y pocas áreas de cultivo. No obstante, en la zona cercana al proyecto se observa diversas industrias como otros bancos de materiales, maquiladoras, el PDU de Mérida la clasifica como zona industrial, que también incluye los bancos de materiales de la zona y las maquiladoras, al sur y al norte también se observaron granjas avícolas. En cuanto a las poblaciones existen varias poblaciones cercanas de las cuales algunos pobladores laboran en el banco en operación y se podrán ofrecer nuevos empleos con la implementación del proyecto. El predio seleccionado para el proyecto se ha utilizado con anterioridad para actividades de aprovechamiento de materiales pétreos en estrato seco.

### 2.1.7 Urbanización del área y descripción de los servicios requeridos.

El proyecto se desarrollará en la zona metropolitana de la ciudad de Mérida, al noroeste de ésta y de la localidad de Dzityá, al suroeste de Komchén y al sureste de Cosgaya, en terrenos pertenecientes al Municipio de Mérida.

Por localizarse en un área industrial de la ciudad de Mérida, la zona del proyecto cuenta con servicios básicos, así como la recolección de residuos sólidos urbanos, entre otros. En la zona se cuenta con cobertura de telefonía móvil, en el área del proyecto denominada como área industrial se cuenta con sanitarios, comedor, etc.

La electricidad en la zona se obtiene a partir de líneas de distribución de la CFE. Las estaciones de servicio PEMEX más próximas al área del proyecto, se localizan sobre el anillo periférico de Mérida.

Se prevé que el servicio municipal de recolección de basura se encargue de recoger y disponer los mismos en el sitio de disposición final autorizado de la ciudad de Mérida.

Las actividades constructivas podrían generar cantidades bajas de residuos peligrosos derivados de fallas esporádicas de maquinaria. En caso pertinente, se contratarán los servicios

especializados de alguna empresa recolectora especializada de la ciudad de Mérida, con la frecuencia necesaria de acuerdo a los volúmenes de residuos peligrosos generados.

Las Centrales de Bomberos más próximas y con acceso rápido al área del proyecto a partir de Mérida son: la de la salida a Umán (puente), la de la avenida Fidel Velásquez por calle 50 del Fracc. Pacabtún y la central Kukulcán, sobre circuito colonias por calle 28 de la col. Morelos Oriente.

Servicios requeridos. De manera general, los servicios requeridos para la implementación del proyecto, son los que a continuación se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 2. 6** Servicios requeridos en el área del proyecto

| SERVICIOS   | ACTIVIDAD   |
|---|---|
| Arrendamiento de maquinaria y equipo pesado y ligero. | Debido a que la zona ya fue explotada en seco, el material a remover es escaso y corresponde a montículos de material de despalme, para remover estos montículos se requieren retroexcavadoras, trascabos, tractores, camiones de volteo y para las perforaciones se requiere un Drill, durante la extracción de material en húmedo se utilizaran dragas línea. |
| Personal operador de maquinaria,                      | Operación de la maquinaria pesada y ligera para el desarrollo del proyecto desde la preparación del sitio y operación.  |
| Combustible para vehículos y maquinaria               | Para maquinaria y vehículos mayores de 3 ton, se empleará diésel; para vehículos y equipo menor, se utilizará gasolina.   |
| Mano de obra general y especializada                  | El desarrollo del proyecto se utilizará personal de la compañía y también se requerían de nuevos empleos.   |
| Uso de explosivos                                     | Aunque se utilizarán explosivos, no se contempla la permanencia de ellos y se contratará una empresa especializada que cuente con autorización emitida por la SEDENA.   |

**2.2 Características particulares del proyecto**

Las superficies que serán afectadas se refieren exclusivamente a la requerida para el desarrollo del proyecto la cual corresponde a la superficie ya utilizadas en estrato seco. El predio donde se realiza el proyecto consta de áreas de infraestructura, edificaciones y servicios para el uso de los trabajadores.

**2.2.1 Programa general de trabajo**

El proyecto general está planeado para realizarse en un periodo de treinta años y se realiza de manera gradual teniendo una explotación de material pétreo de aproximadamente 2 ha al año. A continuación se presenta una tabla con la calendarización de todo el proyecto, desglosado por etapas (preparación del sitio, y operación) señalando el tiempo que llevará su ejecución.

**Tabla 2. 7** Cronograma del proyecto expresado en años.

| CONCEPTOS \ AÑOS                                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <b>Selección del sitio</b>                         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <b>Preparación del sitio</b>                       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Trazo  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Limpieza del terreno                               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <b>Operación y Mantenimiento</b>                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Trazo de perforaciones                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Realización de las perforaciones                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Carga de explosivos y detonación                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Extracción de material con draga                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Carga del material y traslado al área de triturado |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Trituración y cribado del material                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Revisión de maquinaria                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Ejecución de medidas de prevención y mitigación    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <b>Abandono del sitio</b>                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Retiro de la maquinaria                            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Ejecución de medidas de restauración               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

Los trabajos serán progresivos conforme al avance de las actividades. En la etapa de abandono se pretende dar otro uso realizando los trámites pertinentes.

### 2.2.1.1 Estudios de campo y gabinete

Para determinar el tipo y el estado de la vegetación se realizó una caracterización de la flora presente, también se realizaron muestreo de fauna en el área del proyecto, esta información se puede consultar en el **Capítulo 4**, del resultado de estos estudios sirvió para la base de los programas en el **Anexo 7**.

Debido a que es una obra que genera impactos al ambiente se realizaron procedimientos que permitirán prevenir o minimizar los impactos generados (**Anexo 6**):

- Procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos
- Procedimiento para el manejo de residuos peligrosos
- Procedimiento de supervisión ambiental

Para el presente proyecto se elaboraron distintos programas para su ejecución, en el **Anexo 7** se incluyen los siguientes programas:

- Programa de acción para la protección de la fauna silvestre
- Programa de acción para la protección de restauración.



No se contempla un programa de conservación de suelos, sin embargo se contempla un área de amortiguamiento que representa el 52.6% del área del proyecto.

## **2.2.2 Preparación del sitio**

La preparación del sitio para la operación del proyecto consistirá básicamente en actividades de bajo impacto debido a que el área del proyecto ya fue modificado por las actividades de extracción en estrato seco.

### **A. Trazo**

Esta actividad corresponde a la delimitación topográfica del área de aprovechamiento en estrato húmedo, así como de la delimitación del área de amortiguamiento, para ello se contratara a personal de la localidad y a un topógrafo.

### **B. Limpieza del terreno**

Se realizará la limpieza general del área, retirando el material sobrante de las actividades extracción en estrato seco utilizando un tractor de oruga para facilitar el desplazamiento del equipo de perforación, también se retirará el material de despalde resultante de la actividad antes mencionada, este material podrá ser utilizado por el promovente para la conformación de los taludes y las rocas podrán ser trituradas. En esta etapa se retirara también las herbáceas y arbustos que han crecido en estos montículos de material de despalde, esta actividad se realizará periódica para evitar la colonización de áreas de explotación.



**Fotografía 2. 1** Aspecto de los montículos a retirar, como se observa está ocupada por algunas especies herbáceas.





**Fotografía 2. 2** Ejemplificación del retiro de montículos de despálme y cribado para la obtención de rocas para triturar.

### **2.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales al proyecto**

No se requiere de obras provisionales al proyecto, puesto que se cuenta con lo necesario para el adecuado desarrollo del proyecto.

### **2.2.4 Etapa de construcción**

No se requiere de construcciones en el proyecto, ya que corresponde al aprovechamiento de materia pétreo en estrato húmedo.

### **2.2.5 Etapa de operación y mantenimiento**

#### **1) Etapa de operación**

##### **A) Trazo de perforaciones**

El personal realizará durante dos días trazar la malla donde se realizan las perforaciones, esta malla, se realiza de manera manual con cinta métrica. Está malla es una cuadrícula sistemática de perforación que varía de acuerdo a las características de la roca ya sea en estructura (fracturas, diaclasas o bien discontinuidades) y el grado de meteorización (alteración de minerales).

## B) Realización de las perforaciones

La perforación se lleva a cabo mediante tractor Drill montados sobre orugas y provistos de una broca de 8 pulgadas de diámetro y una profundidad de 15 m. Con este equipo se hacen los pozos que luego serán llenados con explosivo para lograr la remoción y fragmentación de la roca. La cantidad de perforaciones, así como la profundidad de las mismas, se realizará con base a un patrón previamente definido, con el cual se asegura obtener un grado de rompimiento adecuado de la roca para la obtención de material de buena calidad.



**Fotografía 2. 3** Ejemplificación de un Drill para la realización de las perforaciones.

## C) Carga de explosivos y detonación

Toda vez que se concluyan las perforaciones se procede a la carga de los explosivos, se utilizará explosivo resistente al agua, iniciándose con conectores tipo NONEL con diferentes tiempos de retardos. Las cargas se conectan entre sí con suficiente mecha y, una vez garantizada la seguridad tanto del personal como del equipo, se provoca la explosión de las cargas.

## D) Extracción de material con draga

Al finalizar la detonación el tractor de oruga nivelará el área para que pueda operar el equipo de extracción, el equipo de extracción es una draga línea, semejante a una grúa con orugas para el desplazamiento con un bote con una capacidad de 6.11644 m<sup>3</sup> lanzando a la laguna a una profundidad de 15 m colocando el material resultante en un cerro piramidal concluyendo el proceso de extracción. Posteriormente el material obtenido del tronado se

clasificará según su tamaño, separando el material en diferentes tamaños de acuerdo a las necesidades para su uso, esto se realizará por medio de un trascabo (cargador frontal), excavadora o retroexcavadora. El material que no cumpla con el tamaño adecuado para su transporte es fragmentado hasta que se obtenga el tamaño que se requiere.



**Fotografía 2. 4** Ejemplificación de una draga línea extrayendo material en estrato húmedo.





## **Fotografía 2. 5** Ejemplificación de la clasificación del material.

### **E) Carga del material y traslado al área de triturado**

Una vez que el material cumpla con las especificaciones en cuanto al tamaño es recogido del área mediante un trascabo o excavadora se procede a cargar los camiones de volteo. El material estéril se transporta hacia una escombrera donde se van depositando los materiales que luego se emparejan. El material útil se transporta hacia la trituradora que se encarga de la producción de los diferentes materiales, o directamente a su venta.



**Fotografía 2. 6** Ejemplificación la carga y acarreo de material.

### **F) Trituración y cribado del material**

En algunas ocasiones, el material proveniente del banco de material ingresa con tamaños inferiores a 1 m por una tolva a una que rompe y clasifica en tamaños diferentes para su venta.

Es importante destacar que este proceso se realizará fuera del área del proyecto pero en instalaciones del promovente. Ya que como se ha mencionado el proyecto solo se limita a la extracción de material pétreo en estrato húmedo.

## **2) Etapa de mantenimiento**

### **G) Revisión de maquinaria**

Se le dará mantenimiento a la maquinaria empleada en el proceso de extracción. Para esto, se contará con un programa de mantenimiento regular. Esta actividad se realizará en las

instalaciones del banco cuando se trate de una revisión rutinaria y en el taller autorizado de la empresa promovente cuando se trate de composturas.

La maquinaria pesada en uso será la única fuente posible de residuos peligrosos líquidos generados en el proceso de operación; por lo que los cambios, sobrantes o posibles fugas de aceite o combustible serán controlados durante las actividades. Esto también aplica para los vehículos y camiones de volteo; los cuales serán sometidos a afinación y revisión vehicular.

Por otra parte, dado que no se contará con productos susceptibles de favorecer plagas (roedores, serpientes, cucarachas u otros), no será requerida la aplicación de técnicas para control de las mismas en el área del banco.

## **H) Ejecución de medidas de prevención y mitigación**

Durante todo el desarrollo del proyecto se ejecutará y verificará el cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación expuestas en el **Capítulo 6**, tales como colocación de letreros, delimitación del área de extracción, etc.

### **2.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto**

No se requieren de obras asociadas al proyecto.

### **2.2.7 Etapa de abandono del sitio**

Una vez terminado este tiempo útil del banco, se procederán a realizar las siguientes actividades:

- 1) El retiro de maquinaria, materiales e infraestructura general.
- 2) Inicio de las actividades de restauración del sitio.

#### **1.- Retiro de la maquinaria**

- a. Retiro de manera definitiva de toda la maquinaria y su traslado al almacén y oficinas centrales de la empresa promovente.
- b. Retiro de materiales, tales como tambores y/o llantas del área de disposición de maquinaria y su traslado al almacén de la empresa.
- c. El material pétreo sobrante útil será trasladado al almacén temporal de la empresa.
- d. Limpieza general (residuos sólidos) del área de trabajo, los bordes del banco y la laguna de cantera creada.
- e. Se retirará del sitio cualquier material o estructura trasladada al banco durante la etapa de operación, de manera que el área del proyecto quede libre de elementos extraños o no naturales.

Se procederá a la revisión final general del banco (área afectada y colindancias) para verificar que toda la infraestructura haya sido retirada y que, de haber derrames de aceite al suelo, programar la rehabilitación del mismo, así como darle el manejo de residuo peligroso a través de una empresa autorizada.

Se prevé que todas estas actividades sean desarrolladas en el lapso de 6 meses. Las actividades descritas anteriormente se llevarán a cabo de acuerdo al siguiente programa de actividades.

## 2.- Ejecución de las medidas de restauración

Las actividades que en términos generales considera el programa de restauración del sitio son las siguientes (Ver los puntos básicos del contenido del programa en el **Anexo 7**):

- a. Reconformación de sustrato orgánico (suelo) del área circundante del talud.
- b. Repoblación o reforestación con plantas nativas y del tipo de vegetación de la zona para estabilizar el área del talud perimetral del banco y de esta manera minimizar la erosión del suelo y deterioro de la calidad del agua de la laguna por arrastre pluvial.
- c. Fomento de especies con afinidad hidrófila en los bordes de la laguna creada.
- d. Habilitación de hábitats o microhábitats artificiales para fauna (aves y reptiles).
- e. Control de plagas (particularmente mosquitos).
- f. Monitoreo inicial de la calidad de agua de la laguna creada.

Los objetivos generales del programa de restauración propuesto son:

- 1) Rehabilitar los hábitats.
- 2) Mejorar o diversificar los hábitats.
- 3) Construir ambientes de bajo mantenimiento.
- 4) Reconstituir el estrato edáfico de las áreas inmediatas al talud perimetral del banco.

Respecto a la reforestación del banco en las áreas susceptibles, se presenta la siguiente estimación de actividades.

**Tabla 2. 8** Modelo del programa general de reforestación del banco de material.

| ACTIVIDAD                                       | SEMANAS |   |   |   |   |
|---|---------|---|---|---|---|
|   | 1       | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Obtención de individuos juveniles               |         |   |   |   |   |
| Lote de juveniles de hasta 1.8 m y restitución. |         |   |   |   |   |
| Habilitación del terreno: limpieza y acarreo    |         |   |   |   |   |
| Siembra y adecuación del predio                 |         |   |   |   |   |
| Mantenimiento                                   |         |   |   |   |   |

Al finalizar, el área del proyecto pretende ser utilizada para una vivienda de segunda residencia, con lo que se solicitará las autorizaciones pertinentes con a la autoridad competente,

el cuerpo de agua artificial fungirá como una laguna privada, el promovente al gestionar su proyecto de vivienda se apegará a las recomendaciones y solicitará la aprobación de las medidas mitigación y prevención que propondrá en su momento (como periodicidad del monitoreo de calidad del agua, manejo de residuos, etc.).

### **2.2.8 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera**

Emisiones a la atmósfera. Se emitirán partículas de polvo a la atmósfera. Por otra parte, la maquinaria utilizada generará gases contaminantes producto de la combustión interna. No se prevé la generación excesiva de estas partículas, además que se espera una rápida dispersión de las mismas ya que se trata de un área abierta y extensa.

Durante la operación del proyecto no se generaran emisiones fijas a la atmósfera. Las únicas emisiones de gases contaminantes durante la operación del proyecto estarán dadas por los motores de combustión interna vehiculares, propios de este tipo de proyectos y de los vehículos propiedad de los usuarios y trabajadores.

Ruido. El funcionamiento de la maquinaria y de los vehículos durante la operación del proyecto será la principal fuente de ruido en el área. Dada la baja cantidad de fuentes de ruido en operación simultánea y que el área es abierta y extensa, se prevé que los niveles emitidos no rebasarán los límites máximos permisibles: 86 dB (A) en vehículos de hasta 3,000 Kg, 92 dB (A) en automotores de 3,000 a 10,000 Kg y 99 dB (A) en automotores mayores a 10,000 Kg. Aunado a lo anterior, la maquinaria utilizada estará en buenas condiciones de mantenimiento por lo que no serán excesivas sus emisiones de ruido.

Descarga de aguas residuales y drenaje pluvial. Durante la preparación del sitio y operación de las obras del proyecto se generaran aguas residuales de origen sanitario para ello se cuenta con baños en las instalaciones del área denominada área industrial.

### **2.2.9 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos**

Durante la etapa de preparación del sitio y operación, se colocarán contenedores temporales para los residuos sólidos urbanos posteriormente se trasladan al basurero municipal, los residuos peligrosos serán depositados en un almacén temporal ubicado en el área denominada área industrial dentro del predio pero fuera del proyecto, posteriormente serán recolectados por una empresa autorizada por la SEMARNAT, en cuanto a las aguas residuales, serán tratadas por medio de biodigestores de los baños de las instalaciones ubicadas en el área denominada área industrial.

## CONTENIDO

|  |    |
|--|----|
| 3. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO | 2  |
| 3.1 Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET) decretados  | 2  |
| 3.1.1 Programa del Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán   | 2  |
| 3.1.2 Programa del Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán   | 12 |
| 3.2 Los Planes y Programas de Desarrollo Urbano Estatales, Municipales o en su caso Centro de Población                        | 20 |
| 3.3 Programas de recuperación y restablecimiento de las zonas de restauración ecológica  | 22 |
| 3.4 Leyes y Reglamentos  | 22 |
| 3.4.1 Leyes  | 22 |
| 3.4.2 Reglamentos.   | 27 |
| 3.5 Normas Oficiales Mexicanas   | 30 |
| 3.6 Decretos y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas   | 32 |
| 3.7 Bandos y reglamentos municipales   | 38 |

## FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 3. 1. Ubicación del polígono del proyecto con respecto al POETY                                       | 3  |
| Figura 3. 2. Ubicación del proyecto dentro de la UGA del POETCY.   | 12 |
| Figura 3. 3. Ubicación del proyecto con respecto al PDU de Mérida 2012.                                      | 22 |
| Figura 3. 4. Acercamiento de la zona del proyecto en relación con las ANP.                                   | 33 |
| Figura 3. 5. Ubicación del proyecto en relación a las Regiones Terrestres Prioritarias.                      | 34 |
| Figura 3. 6. Ubicación del proyecto en relación a las Áreas de importancia para la conservación de las aves. | 34 |
| Figura 3. 7. Ubicación del proyecto en relación a las Regiones hidrológicas prioritarias.                    | 35 |
| Figura 3. 8. Ubicación del proyecto en relación a las Regiones Marinas Prioritarias.                         | 36 |
| Figura 3. 9. Ubicación del proyecto en relación al Corredor Costa Norte de Yucatán.                          | 37 |

## TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 3. 1. Usos y Políticas para la UGA Área Metropolitana.   | 4  |
| Tabla 3. 2. Vinculación del proyecto con los criterios de la POLÍTICA DE PROTECCIÓN.   | 4  |
| Tabla 3. 3. Criterios y recomendaciones establecidos para las POLÍTICA DE CONSERVACIÓN.  | 6  |
| Tabla 3. 4. Criterios y recomendaciones establecidos para las POLÍTICA DE RESTAURACIÓN.  | 8  |
| Tabla 3. 5. Criterios y recomendaciones establecidos para las POLÍTICA DE APROVECHAMIENTO.                                     | 10 |
| Tabla 3. 6. Características de la UGA.   | 13 |
| Tabla 3. 7. Análisis de los Criterios de regulación ecológica establecidas para cada una de las Unidades de Gestión Ambiental. | 14 |
| Tabla 3. 8. Vinculación con las Normas en materia de residuos peligrosos.  | 30 |
| Tabla 3. 9. Vinculación con las Normas en materia de Emisiones a la atmósfera (Rubros de Aire y Ruido).                        | 31 |
| Tabla 3. 10. Vinculación con las Normas en materia de Flora y Fauna.   | 32 |
| Tabla 3. 11. Vinculación del proyecto con las ANP, RTP, AICAS, RMP, RHP y Corredor Biológico Mesoamericano.                    | 38 |



### **3. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO**

En virtud de lo establecido en el Artículo 35 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y el Artículo 12 de su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental, el proyecto debe ser vinculado con los Programas de Ordenamiento Territorial y de Desarrollo Urbano, declaratorias de áreas naturales protegidas, así como las Leyes y Normas aplicables de competencia federal, estatal y municipal, que nos permita situar las bases para demostrar la viabilidad legal y ambiental de la propuesta.

De esta manera, se prevé que a través del procedimiento de impacto ambiental, se establezcan las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades del proyecto que puedan causar efectos adversos al entorno o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente, preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente.

Este capítulo muestra los resultados de la revisión de dichos ordenamientos con referencia a proyectos similares y su relación con los aspectos ambientales de estos y el manejo o aprovechamiento que de los recursos naturales se realiza durante la operación de proyectos de ese tipo.

#### **3.1 Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET) decretados**

##### **3.1.1 Programa del Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán**

El Ordenamiento Ecológico es una alternativa para planear y regular el desarrollo sustentable del estado de Yucatán, por lo que es un instrumento que establece la Legislación Ambiental Mexicana para planificar y programar el Uso de Suelo y las actividades productivas en congruencia con la vocación natural del suelo, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y la protección de la calidad del ambiente. Esta regulación se realiza a través de criterios ecológicos específicos para cada Unidad de Gestión Ambiental, las cuales se delimitaron partiendo de la identificación de unidades homogéneas que comparten características naturales, sociales y productivas, así como una problemática ambiental actual.

El Programa del Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY) publicado en el Diario Oficial el 26 de Julio de 2007, es un instrumento de planeación, cuyo objetivo es “regular e inducir el uso más racional del suelo y el desarrollo de las actividades productivas para lograr la protección y conservación de los recursos naturales”.

La elaboración del modelo de ordenamiento considera la propuesta de uso y aprovechamiento que se desea dar al territorio, y se expresa en los mapas de políticas y modelo de uso y aprovechamiento del mismo en donde ubican las unidades de gestión territorial.

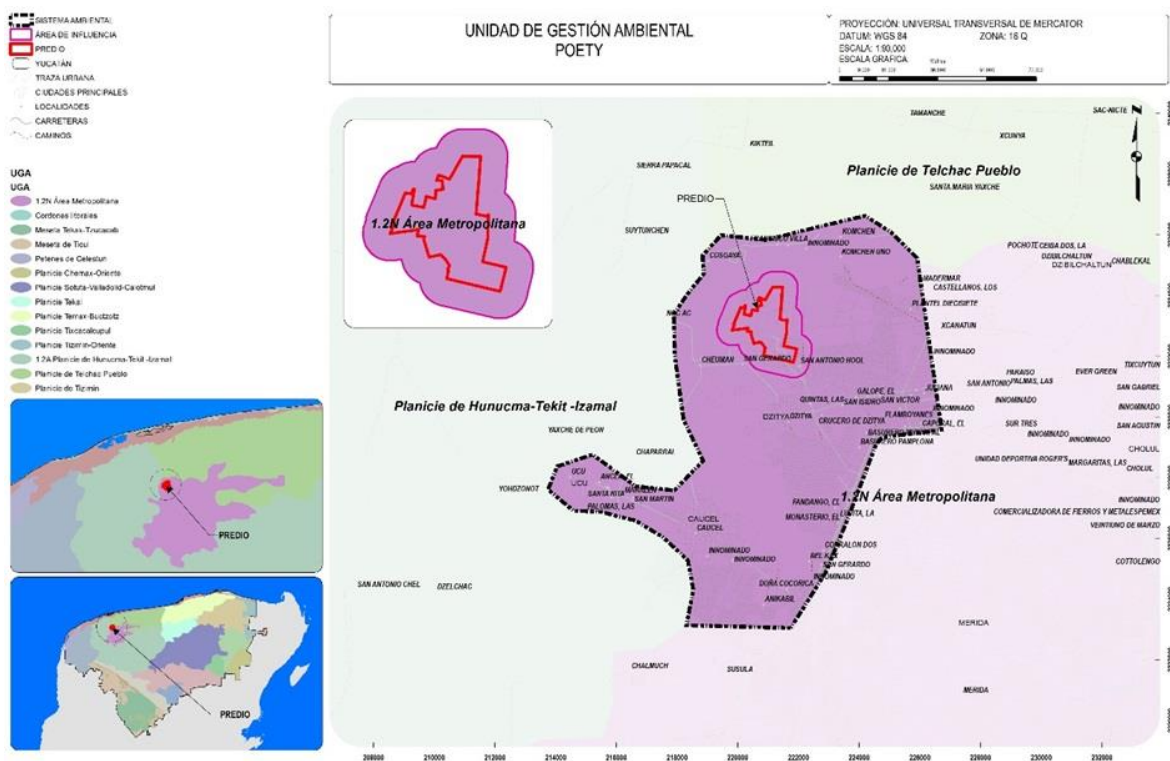
Cada una de las unidades de gestión territorial reconocidas para el estado de Yucatán tiene asignadas de manera explícita políticas territoriales y criterios de uso y manejo. Las políticas asignadas son las siguientes:

- Protección.
- Conservación.
- Restauración.
- Aprovechamiento.

Según el POETY el área del proyecto se encuentra en la Unidad de Gestión Ambiental 1.2N denominada Área Metropolitana.

**1.2N.- Área Metropolitana.-** esta es una planicie de plataforma nivelada (5 - 20 m) plana con muy pocas ondulaciones (0-0.5 grados) karstificada, con karso desnudo (70-80%) sobre calizas, con suelos antroposol y litosol; áreas urbanas y suburbanas de la ciudad de Mérida; vegetación de selva baja caducifolia y mediana subcaducifolia con vegetación secundaria. Su principal uso es el suelo urbano y cuenta con una superficie de 794.90 km<sup>2</sup>. La aptitud secundaria de estas UGA's es la industria de la transformación y el turismo alternativo, siendo el uso actual de suelo de asentamientos humanos, agricultura de temporal, aprovechamiento pecuario.

En la **Figura 3.1** se presentan la ubicación del polígono del proyecto con respecto al POETY, y más adelante se presenta una tabla donde se esquematizan los usos y las políticas para esta UGA.



**Figura 3. 1.** Ubicación del polígono del proyecto con respecto al POETY.

## Las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) del POETY en las que se asentará el proyecto

A continuación se muestra la unidad de gestión a las que corresponde la zona del proyecto, se trata de la UGA **1.2N Área Metropolitana** (Figura 3.1), el análisis de cada una de las políticas contempladas en el POETY para este proyecto se indican a continuación.

**Tabla 3. 1.** Usos y Políticas para la UGA Área Metropolitana.

| UGA  | USOS  | POLÍTICAS       | CRITERIOS Y RECOMENDACIONES DE MANEJO.                       |
|------|---|-----------------|--|
| 1.2N | <b>Predominante:</b> Suelo urbano<br><b>Compatible:</b> Industria de transformación y turismo<br><b>Condicionado:</b> Industria pesada, ganadería, agricultura tradicional y tecnificada<br><b>Incompatible:</b> Granjas avícolas y Porcícolas. | Protección      | 1, 2, 4, 5, 6, 9, 10, 12, 13, 14, 16                         |
|      |   | Conservación    | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13                            |
|      |   | Restauración    | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 20, 22    |
|      |   | Aprovechamiento | 1, 2, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 |

**Como se podrá observar en la tabla anterior, las obras y/o actividades del proyecto no son prohibidas en los usos restringidos de la UGA 1.2 N; por lo que se puede indicar que es totalmente compatible con los usos destinados para la UGA.**

A continuación se realiza un análisis de cada uno de los criterios y recomendaciones de las políticas contenidas para la **UGA 1.2N Área Metropolitana**.

**Tabla 3. 2.** Vinculación del proyecto con los criterios de la **POLÍTICA DE PROTECCIÓN**.

| CRITERIOS: PROTECCIÓN (P) |  |
|---------------------------|--|
| <b>Criterio 1</b>         | <b>PROMOVER LA RECONVERSIÓN Y DIVERSIFICACIÓN PRODUCTIVA BAJO CRITERIOS ECOLÓGICOS DE LOS USOS DEL SUELO Y LAS ACTIVIDADES FORESTALES, AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y EXTRACTIVAS, QUE NO SE ESTÉN DESARROLLANDO CONFORME A LOS REQUERIMIENTOS DE PROTECCIÓN DEL TERRITORIO.</b>                                     |
| <i>Congruencia</i>        | El presente proyecto se realizará cumpliendo los criterios y recomendaciones del POETY así como las establecidas por la autoridad competente.  |
| <b>Criterio 2</b>         | <b>CREAR LAS CONDICIONES QUE GENEREN UN DESARROLLO SOCIOECONÓMICO DE LAS COMUNIDADES LOCALES QUE SEA COMPATIBLE CON LA PROTECCIÓN.</b>   |
| <i>Congruencia</i>        | Con la implementación del proyecto se generaran empleos temporales y durante la operación se generarán empleos permanentes pretendiendo contratar personal de los poblados cercanos.<br>Asimismo, aplicara una serie de procedimientos y programas encaminados a proteger el suelo, agua, y fauna silvestre. |

| CRITERIOS: PROTECCIÓN (P) |  |
|---------------------------|--|
| <b>Criterio 4</b>         | <b>NO SE PERMITEN LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS EN ECOSISTEMAS ALTAMENTE DETERIORADOS CON RIESGO DE AFECTACIÓN A LA SALUD POR ACUMULACIÓN DE DESECHOS, SALVO QUE HAYAN SIDO SANEADOS.</b>  |
| <i>Congruencia</i>        | El proyecto no contempla el establecimiento de asentamientos humanos, por lo que este criterio no aplica.  |
| <b>Criterio 5</b>         | <b>NO SE PERMITE EL CONFINAMIENTO DE DESECHOS INDUSTRIALES, TÓXICOS Y BIOLÓGICO-INFECCIOSOS.</b>   |
| <i>Congruencia</i>        | El área del proyecto no será un sitio disposición de materiales y residuos peligrosos.   |
| <b>Criterio 6</b>         | <b>NO SE PERMITE LA CONSTRUCCIÓN A MENOS DE 20 MTS. DE DISTANCIA DE CUERPOS DE AGUA, SALVO AUTORIZACIÓN DE LA AUTORIDAD COMPETENTE.</b>  |
| <i>Congruencia</i>        | En el sitio no existen cuerpos de agua naturales a la respectiva distancia; por lo que no aplica al proyecto, además de que el proyecto no requiere de construcciones.   |
| <b>Criterio 9</b>         | <b>NO SE PERMITE LA QUEMA DE VEGETACIÓN, DE DESECHOS SÓLIDOS NI LA APLICACIÓN DE HERBICIDAS Y DEFOLIANTES.</b>   |
| <i>Congruencia</i>        | Para el presente proyecto de explotación en estrato húmedo, solo se realizará limpieza de algunas herbáceas y arbustos, la cuas será trozada y dispersada en los bordes del proyecto.  |
| <b>Criterio 10</b>        | <b>LOS DEPÓSITOS DE COMBUSTIBLE DEBEN SOMETERSE A SUPERVISIÓN Y CONTROL, INCLUYENDO LA TRANSPORTACIÓN MARÍTIMA Y TERRESTRE DE ESTAS SUSTANCIAS, DE ACUERDO A LAS NORMAS VIGENTES.</b>  |
| <i>Congruencia</i>        | El requerimiento de combustible será variable dependiendo del grado de trabajo que se presente; éste será adquirido de las estaciones de servicio cercanas al sitio y transportadas hasta el área del proyecto por un camión de la empresa, por lo que en ningún momento se contempla el almacenamiento de esta sustancia. El combustible deberá ser transportado hasta la obra en un vehículo que cumpla con las medidas de seguridad mínimas que le correspondan.  |
| <b>Criterio 12</b>        | <b>LOS PROYECTOS A DESARROLLAR DEBEN GARANTIZAR LA CONECTIVIDAD DE LA VEGETACIÓN ENTRE LOS PREDIOS COLINDANTES QUE PERMITAN LA MOVILIDAD DE LA FAUNA SILVESTRE.</b>  |
| <i>Congruencia</i>        | La movilidad entre la fauna actualmente presente en el sitio, y los predios colindantes, se garantizará mediante el área de amortiguamiento (52.6%) actualmente considerada. Esta área se conformará de una franja que bordeará toda el área del proyecto. De ésta forma, no se interrumpirá la comunicación de la vegetación remanente en el predio con la vegetación circundante. Adicionalmente, las áreas en las cuales se haya alcanzado la profundidad máxima de explotación se llevarán a cabo una adecuación y reverdecimiento de los taludes en los bordes, de tal forma que se favorecerá la recolonización de vida silvestre y la conectividad de la vegetación entre las áreas circundantes. |
| <b>Criterio 13</b>        | <b>NO SE PERMITEN LAS ACTIVIDADES QUE DEGRADEN LA NATURALEZA EN LAS ZONAS QUE FORMEN PARTE DE LOS CORREDORES BIOLÓGICOS.</b>   |

| <b>CRITERIOS: PROTECCIÓN (P)</b> |   |
|----------------------------------|---|
| <i>Congruencia</i>               | El sitio del proyecto no forma parte de algún corredor biológico.   |
| <b>Criterio 14</b>               | <b>DEBEN MANTENERSE Y PROTEGERSE LAS ÁREAS DE VEGETACIÓN QUE PERMITAN LA RECARGA DE ACUÍFEROS.</b>  |
| <i>Congruencia:</i>              | Se tendrán áreas de vegetación por medio del área de amortiguamiento. Estas áreas de amortiguamiento representan el 52.6% del área total del proyecto; lo anterior permitirá contar con una cubierta de suelo natural y vegetación que contribuirán a la recarga del acuífero de la zona. |
| <b>Criterio 16</b>               | <b>NO SE PERMITE EL PASTOREO EN ÁREAS DE CORTE FORESTAL QUE SE ENCUENTREN EN REGENERACIÓN.</b>  |
| <i>Congruencia:</i>              | No aplica para el proyecto; ya que este consiste en la extracción en estrato húmedo de materiales pétreos y no un proyecto forestal.  |

**Tabla 3. 3.** Criterios y recomendaciones establecidos para las **POLÍTICA DE CONSERVACIÓN.**

| <b>CRITERIOS: CONSERVACIÓN</b> |  |
|--------------------------------|--|
| <b>Criterio 1</b>              | <b>LOS PROYECTOS DE DESARROLLO DEBEN CONSIDERAR TÉCNICAS QUE DISMINUYAN LA PÉRDIDA DE LA COBERTURA VEGETAL Y DE LA BIODIVERSIDAD.</b>  |
| <i>Congruencia</i>             | El diseño del proyecto no requiere de desmonte dado que éste ya fue realizado en el área de explotación en seco. El banco de material contará con vegetación nativa en el área de amortiguamiento y con procedimientos para la posterior restauración de las áreas de los taludes.                     |
| <b>Criterio 2</b>              | <b>PREVENIR LA EROSIÓN INDUCIDA POR LAS ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS</b>   |
| <i>Congruencia</i>             | En el talud conformado después de la extracción se promoverá la cobertura vegetal para fomentar la estabilización de esta parte y a la vez evitar la erosión.  |
| <b>Criterio 3</b>              | <b>CONTROLAR Y/O RESTRINGIR EL USO DE ESPECIES EXÓTICAS</b>  |
| <i>Congruencia</i>             | Durante la reforestación del área de taludes se promoverá la plantación con especies nativas y en ningún momento se utilizarán especies exóticas.  |
| <b>Criterio 4</b>              | <b>EN EL DESARROLLO DE PROYECTOS, SE DEBE PROTEGER LOS ECOSISTEMAS EXCEPCIONALES TALES COMO SELVAS, CIÉNAGAS, ESTEROS, DUNAS COSTERAS ENTRE OTROS; ASÍ COMO LAS POBLACIONES DE FLORA Y FAUNA ENDÉMICAS, AMENAZADAS O EN PELIGRO DE EXTINCIÓN, QUE SE LOCALICEN DENTRO DEL ÁREA DE ESTOS PROYECTOS.</b> |
| <i>Congruencia</i>             | El terreno donde se sitúa el banco de material está desprovisto de ecosistemas excepcionales. De hecho se tratara de una superficie previamente impactada dentro del área designada a la extracción de material pétreo en estrado seco.  |
| <b>Criterio 5</b>              | <b>NO SE PERMITE LA INSTALACIÓN DE BANCOS DE PRÉSTAMO DE MATERIAL EN UNIDADES LOCALIZADAS EN ANP'S, CERCA DE CUERPOS DE AGUA Y/O DUNAS COSTERAS</b>  |
| <i>Congruencia</i>             | El proyecto está fuera de la poligonal de alguna Área Natural Protegida, no se encuentra cerca de cuerpos de agua natural superficial y tampoco se ubica dentro del ecosistema de duna costera.  |
| <b>Criterio 6</b>              | <b>LOS PROYECTOS TURÍSTICOS DEBEN DE CONTAR CON ESTUDIOS DE CAPACIDAD DE CARGA.</b>  |

| CRITERIOS: CONSERVACIÓN |   |
|-------------------------|---|
| Congruencia             | No aplica. El proyecto es un banco extracción de material pétreo y no turístico.  |
| <b>Criterio 7</b>       | <b>SE DEBE ESTABLECER PROGRAMAS DE MANEJO Y DE DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS EN LAS ÁREAS DESTINADAS AL ECOTURISMO</b>   |
| Congruencia             | El proyecto no es de tipo turístico. Todos los residuos generados deben manejarse en contenedores cerrados y enviarse a sitios de disposición final.  |
| <b>Criterio 8</b>       | <b>NO SE PERMITE LA DISPOSICIÓN DE MATERIALES DERIVADOS DE OBRAS, EXCAVACIONES O RELLENOS SOBRE LA VEGETACIÓN NATIVA, ZONA FEDERAL MARÍTIMO TERRESTRE, ZONAS INUNDABLES Y ÁREAS MARINAS.</b>  |
| Congruencia             | Los materiales extraídos en el predio serán aprovechados en su totalidad, y por tanto no se dispondrán sobre vegetación nativa, zona federal marítima terrestre, zonas inundables y/o áreas marinas.  |
| <b>Criterio 9</b>       | <b>LAS VÍAS DE COMUNICACIÓN DEBEN CONTAR CON DRENAJES SUFICIENTES QUE PERMITAN EL LIBRE FLUJO DE AGUA, EVITANDO SU REPRESAMIENTO.</b>   |
| Congruencia             | <p>No aplica al proyecto, ya que este consiste en el establecimiento de un banco de extracción en estrato húmedo y no en la construcción de una vía de comunicación.</p> <p>No obstante a lo anterior el proyecto tiene caminos de acceso rústico no sellado con material asfáltico o de concreto y por lo tanto cuentan con el drenaje del suelo natural lo que impide potenciales inundaciones o encharcamientos en el área de estudio.</p>   |
| <b>Criterio 10</b>      | <b>EL SISTEMA DE DRENAJE DE LAS VÍAS DE COMUNICACIÓN DEBE SUJETARSE A MANTENIMIENTO PERIÓDICO PARA EVITAR SU OBSTRUCCIÓN Y MAL FUNCIONAMIENTO</b>   |
| Congruencia             | El proyecto no consiste en infraestructura de vías de comunicación; por lo tanto, no aplica al proyecto.  |
| <b>Criterio 12</b>      | <b>LA EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS NO RENOVABLES POR PARTE DE LA INDUSTRIA DEBE GARANTIZAR EL CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA UTILIZADA, LA PROTECCIÓN DEL SUELO Y DE LA FLORA Y FAUNA SILVESTRES.</b>  |
|                         | <p>El proyecto contempla medidas para garantizar la protección del acuífero, y la posterior restauración del área de explotación para el regreso paulatino de especies de plantas y animales. Así mismo, el área de amortiguamiento considerada permitirá el establecimiento de las especies desplazadas en primera instancia por la fase de extracción en seco.</p> <p>Dentro de las medidas para el control de los recursos no renovables se tienen las siguientes medidas:</p> <p>A. Contra Derrame de Hidrocarburos. Las medidas preventivas para evitar derrames de combustible y aceites consistirán en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los vehículos utilizados en el proyecto cargarán combustible exclusivamente en las estaciones de servicio o por medio de una pistola dispensadora de combustible.</li> <li>• La maquinaria y equipo sólo deberán abastecerse por personal calificado</li> </ul> |

| <b>CRITERIOS: CONSERVACIÓN</b> |   |
|--------------------------------|---|
|                                | <p>y en presencia de algún supervisor.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se prohibirá el cambio de aceite de los vehículos y maquinaria u otro equipo en las áreas de trabajo.</li> <li>• Los cambios de aceite se realizarán en talleres autorizados.</li> <li>• Cualquier derrame accidental, deberá ser removido inmediatamente.</li> </ul> <p>B. Contra Muerte de Fauna Silvestre. Previo al desarrollo de las actividades de explotación, se revisará el área de afectación para detectar la fauna acuática presente (como anfibios), que en su caso será capturada y reubicada en áreas adyacentes en que se encuentren fuera de peligro. En caso necesario, se aplicará un Programa de acciones para la protección y conservación de la fauna silvestre para el área de afectación (Ver <b>Anexo 7</b> de este estudio).</p> <p>C. Contra Contaminación del Manto Freático. Durante los trabajos de extracción de material en estrato húmedo toda maquinaria y vehículo que pueda tener contacto con el agua estará libre de fugas de cualquier tipo.</p> |
| <b>Criterio 13</b>             | <b>LOS PROYECTOS DE DESARROLLO DEBEN IDENTIFICAR Y CONSERVAR LOS ECOSISTEMAS CUYOS SERVICIOS AMBIENTALES SON DE RELEVANCIA PARA LA REGIÓN</b>   |
| <i>Congruencia</i>             | El área donde se ubica el proyecto no alberga ecosistemas cuyos servicios ambientales son de relevancia para la región.   |

**Tabla 3. 4.** Criterios y recomendaciones establecidos para las **POLÍTICA DE RESTAURACIÓN.**

| <b>CRITERIOS: RESTAURACIÓN (R)</b> |  |
|------------------------------------|--|
| <b>Criterio 1</b>                  | <b>RECUPERAR LAS TIERRAS NO PRODUCTIVAS Y DEGRADADAS</b>   |
| <i>Congruencia</i>                 | Al término de la extracción del material pétreo, se promoverá la ejecución de un programa de restauración en el área de taludes.   |
| <b>Criterio 2</b>                  | <b>RESTAURAR LAS ÁREAS DE EXTRACCIÓN DE MATERIALES PÉTREOS</b>   |
| <i>Congruencia</i>                 | Se llevará a cabo la restauración de la superficie explotada, mediante la conformación de taludes y su posterior reforestación con la finalidad de rehabilitar el suelo ya impactado por las actividades extractivas.  |
| <b>Criterio 5</b>                  | <b>RECUPERAR LA COBERTURA VEGETAL EN ZONAS CON PROCESO DE EROSIÓN Y PERTURBADAS</b>  |
| <i>Congruencia</i>                 | Como se mencionó con anterioridad, el proyecto contempla la recuperación de la cobertura vegetal en la superficie destinada para la explotación de material mediante las actividades de rehabilitación en el área de taludes principalmente.   |
| <b>Criterio 6</b>                  | <b>PROMOVER LA RECUPERACIÓN DE POBLACIONES SILVESTRES</b>  |
| <i>Congruencia</i>                 | La movilidad entre la fauna actualmente presente en el sitio, y los predios colindantes, se garantizará mediante el área de amortiguamiento (52.6%). Así mismo, una vez sea reforestada en su totalidad el área de taludes del banco de material al término de su vida útil, será más factible la colonización de especies de vegetación y de fauna. |

| <b>CRITERIOS: RESTAURACIÓN (R)</b> |   |
|------------------------------------|---|
| <b>Criterio 8</b>                  | <b>PROMOVER LA RESTAURACIÓN DEL ÁREA SUJETA A APROVECHAMIENTO TURÍSTICO</b>   |
| <i>Congruencia</i>                 | Al finalizar la explotación se pretende que el área aprovechada sirva como casa de segunda residencia, gestionando las autorizaciones correspondientes, aunque no se descarta su utilización para fines turísticos o de recreación.         |
| <b>Criterio 9</b>                  | <b>RESTABLECER Y PROTEGER LOS FLUJOS NATURALES DE AGUA.</b>   |
| <i>Congruencia</i>                 | Se mantendrá un área de amortiguamiento que representa el 52.6% del total del área del proyecto. Así mismo, los caminos de acceso al banco permitirán el drenaje del suelo natural y mantendrán el equilibrio en el flujo natural del agua. |
| <b>Criterio 11</b>                 | <b>RESTAURAR SUPERFICIES DAÑADAS CON ESPECIES NATIVAS</b>   |
| <i>Congruencia</i>                 | La reforestación del área de taludes será llevada a cabo con especies de plantas nativas.   |
| <b>Criterio 12</b>                 | <b>RESTAURAR ZONAS CERCANAS A LOS SITIOS DE EXTRACCIÓN PARA LA PROTECCIÓN DEL ACUÍFERO</b>  |
| <i>Congruencia</i>                 | Al término del proyecto se implementará un programa de restauración del área de taludes para permitir una estabilización de suelo, evitar la erosión de la misma y protección del acuífero de la cantera.                                   |
| <b>Criterio 13</b>                 | <b>EN LA RESTAURACIÓN DE BANCOS DE PRÉSTAMO DE MATERIAL PÉTREO, LA REFORESTACIÓN DEBE LLEVARSE A CABO CON UNA DENSIDAD MÍNIMA DE 1000 ÁRBOLES POR HA</b>  |
| <i>Congruencia</i>                 | De manera estricta no aplica ya que el banco no es de préstamo. Sin embargo, se tiene contemplado la reforestación del área de taludes.   |
| <b>Criterio 14</b>                 | <b>EN LA RESTAURACIÓN DE BANCOS DE PRÉSTAMO DE MATERIAL PÉTREO SE DEBE ASEGURAR EL DESARROLLO DE LA VEGETACIÓN PLANTADA Y EN SU CASO SE REPONDRÁN LOS EJEMPLARES QUE NO SOBREVIVAN</b>  |
| <i>Congruencia</i>                 | De manera estricta no aplica ya que el banco no es de préstamo. Sin embargo, se tiene contemplado la reforestación del área de taludes que de darse el caso llevara a cabo la reposición de ejemplares no establecidos.                     |
| <b>Criterio 15</b>                 | <b>EN LA RESTAURACIÓN DE BANCOS DE PRÉSTAMO DE MATERIAL PÉTREO LA REFORESTACIÓN DEBE INCORPORAR EJEMPLARES OBTENIDOS DEL RESCATE DE VEGETACIÓN EN CASO DE DESPLANTE DE LOS DESARROLLOS TURÍSTICOS, INDUSTRIALES O URBANOS</b>               |
| <i>Congruencia</i>                 | De manera estricta no aplica ya que el banco no es de préstamo.   |
| <b>Criterio 16</b>                 | <b>ESTABLECER PROGRAMAS DE MONITOREO AMBIENTAL</b>  |
| <i>Congruencia</i>                 | El presente proyecto tendrá supervisión ambiental, con el fin de dar cumplimiento a los criterios y observaciones que realice la autoridad competente.  |
| <b>Criterio 17</b>                 | <b>EN ÁREAS DE RESTAURACIÓN SE DEBE RESTITUIR AL SUELO DEL SITIO LA CAPA VEGETAL QUE SE RETIRÓ, PARA PROMOVER LOS PROCESOS DE INFILTRACIÓN Y REGULACIÓN DE ESCURRIMIENTOS</b>   |
| <i>Congruencia</i>                 | Debido que el presente proyecto de aprovechamiento de materia pétreo en estrato húmedo se realizará en un área previamente impactada por actividades de aprovechamiento en estrato seco, la vegetación existente corresponde a              |



| <b>CRITERIOS: RESTAURACIÓN (R)</b> |   |
|------------------------------------|---|
|                                    | herbáceas y algunos arbustos que germinaron en montículos con material de despalme, el cual será retirado y utilizado para la restauración en los taludes.  |
| <b>Criterio 18</b>                 | <b>EN LA FASE DE RESTAURACIÓN DEL ÁREA DE EXTRACCIÓN DE MATERIALES PÉTREOS, EL PISO DEL BANCO DEBE ESTAR CUBIERTO EN SU TOTALIDAD POR UNA CAPA DE SUELO FÉRTIL DE UN ESPESOR IGUAL AL QUE ORIGINALMENTE TENÍA</b>   |
| <i>Congruencia</i>                 | Las actividades de reforestación, monitoreo y de restauración en general están encaminadas a restituir el suelo del sitio y principalmente el área de taludes.  |
| <b>Criterio 19</b>                 | <b>LOS TRONCOS, TOCONES, COPAS, RAMAS, RAÍCES Y MATORRALES DEBEN SER TRITURADOS E INCORPORADOS AL SUELO FÉRTIL QUE SERÁ APILADO EN UNA ZONA ESPECÍFICA DENTRO DEL POLÍGONO DEL BANCO EN PROCESO DE EXPLOTACIÓN, PARA SER UTILIZADO EN LOS PROGRAMAS DE RESTAURACIÓN DEL ÁREA.</b>   |
| <i>Congruencia</i>                 | El material vegetal producto de las actividades de la limpieza (solamente herbáceas y algunos arbustos) será reincorporado al sitio utilizándolo para las actividades de restauración, esparciéndose de acuerdo a las necesidades del sitio.  |
| <b>Criterio 20</b>                 | <b>EN EL BANCO DE EXTRACCIÓN EL SUELO FÉRTIL DEBE RETIRARSE EN SU TOTALIDAD, EVITANDO QUE SE MEZCLE CON OTRO TIPO DE MATERIAL. LA TIERRA VEGETAL O CAPA EDÁFICA PRODUCTO DEL DESPALME DEBE ALMACENARSE EN LA PARTE MÁS ALTA DEL TERRENO PARA SU POSTERIOR UTILIZACIÓN EN LAS TERRAZAS CONFORMADAS DEL BANCO Y SER USADA EN LA ETAPA DE REFORESTACIÓN.</b> |
| <i>Congruencia</i>                 | El presente proyecto corresponde al aprovechamiento de material pétreo en estrato seco, por lo que el material de despalme ya fue retirado y utilizado quedando algunos montículos, los cuales serán utilizados para la restauración de los taludes.  |
| <b>Criterio 21</b>                 | <b>UNA VEZ QUE SE DÉ POR FINALIZADA LA EXPLOTACIÓN DEL BANCO DE MATERIALES Y SE CONCLUYA LA RESTAURACIÓN DEL MISMO, SE DEBE PROCEDER A SU REFORESTACIÓN TOTAL DE ACUERDO A LO PROPUESTO EN EL PROGRAMA DE RECUPERACIÓN Y RESTAURACIÓN DEL ÁREA IMPACTADA UTILIZANDO COMO BASE LA VEGETACIÓN DE LA REGIÓN O SEGÚN INDIQUE LA AUTORIDAD COMPETENTE</b>      |
| <i>Congruencia</i>                 | Se contempla la reforestación con especies de flora nativa en el área de talud, principalmente.   |

**Tabla 3. 5.** Criterios y recomendaciones establecidos para las **POLÍTICA DE APROVECHAMIENTO.**

| <b>CRITERIOS: APROVECHAMIENTO (A)</b> |   |
|---------------------------------------|---|
| <b>Criterio 1</b>                     | <b>MANTENER LAS FERTILIDADES DE LOS SUELOS MEDIANTE TÉCNICAS DE CONSERVACIÓN Y/O AGROECOLÓGICAS</b>   |
| <i>Congruencia</i>                    | Se conformarán suelos en los taludes de las áreas explotadas, mismo que serán enriquecido con abonos orgánicos y la trituración de los residuos orgánicos provenientes de la limpieza de las escasas hierbas. |
| <b>Criterio 2</b>                     | <b>CONSIDERAR PRÁCTICAS Y TÉCNICAS PARA LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS</b>  |
| <i>Congruencia</i>                    | Quedará prohibida la quema de los residuos que se generen.  |

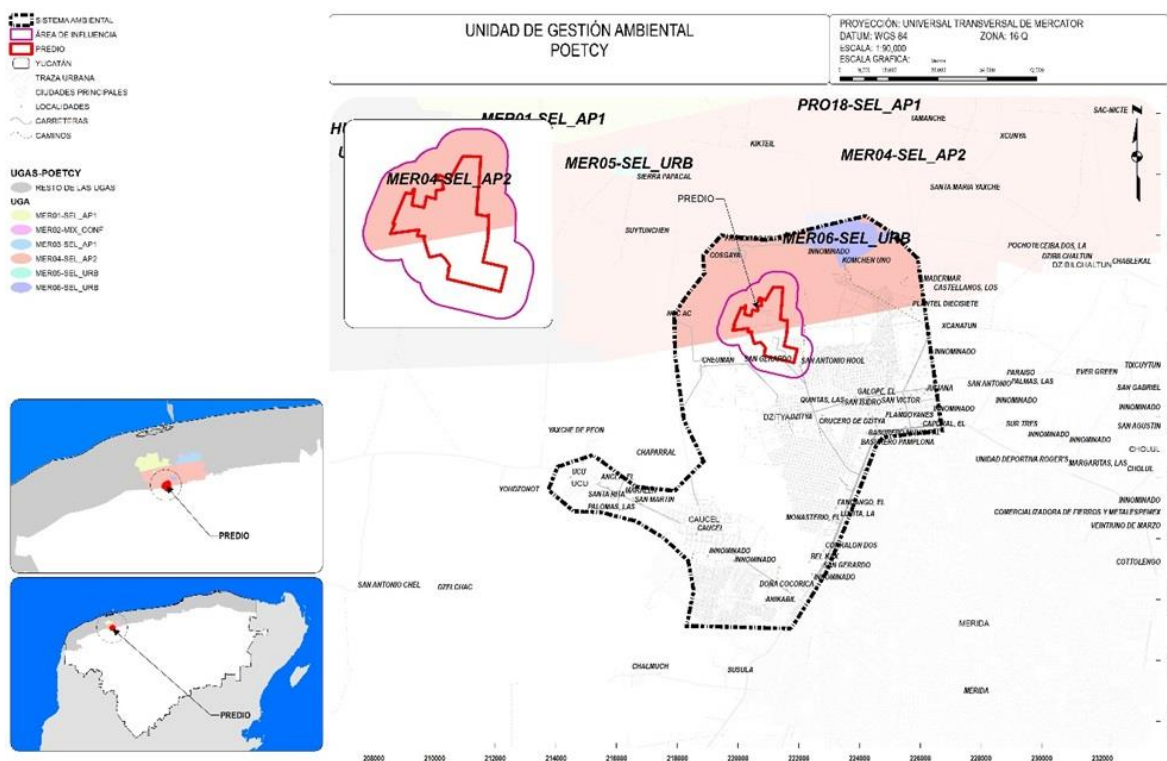
| CRITERIOS: APROVECHAMIENTO (A) |   |
|--------------------------------|---|
| <b>Criterio 3</b>              | <b>REDUCIR LA UTILIZACIÓN DE AGROQUÍMICOS EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN, FAVORECIENDO TÉCNICAS ECOLÓGICAS Y DE CONTROL BIOLÓGICO.</b>   |
| <i>Congruencia</i>             | El proyecto es un banco de material pétreo y no de producción agrícola.   |
| <b>Criterio 4</b>              | <b>IMPULSAR EL CONTROL INTEGRADO PARA EL MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES</b>  |
| <i>Congruencia</i>             | El proyecto es un banco de material pétreo y no de producción agrícola.   |
| <b>Criterio 5</b>              | <b>PROMOVER EL USO DE ESPECIES PRODUCTIVAS NATIVAS QUE SEAN ADECUADAS PARA LOS SUELOS, CONSIDERANDO SU POTENCIAL</b>  |
| <i>Congruencia</i>             | El proyecto es un banco de material pétreo y no de producción agrícola. Sin embargo, para la reforestación del área de taludes del banco se efectuará con especies nativas que sean adecuadas para este suelo.  |
| <b>Criterio 6</b>              | <b>REGULAR LAS EMISIONES Y FUENTES DE CONTAMINACIÓN DE LAS GRANJAS PORCÍCOLAS, ACUÍCOLAS O AVÍCOLAS, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO POR LA AUTORIDAD COMPETENTE</b>   |
| <i>Congruencia</i>             | No aplica. El proyecto es un banco de material pétreo.  |
| <b>Criterio 7</b>              | <b>PERMITIR EL ECOTURISMO DE BAJA DENSIDAD EN LAS MODALIDADES DE CONTEMPLACIÓN Y SENDERISMO</b>   |
| <i>Congruencia</i>             | No aplica. El proyecto es un banco de material pétreo.  |
| <b>Criterio 8</b>              | <b>EN LAS ACTIVIDADES PECUARIAS DEBE FOMENTARSE LA ROTACIÓN DE POTREROS Y EL USO DE CERCOS VIVOS CON PLANTAS NATIVAS</b>  |
| <i>Congruencia</i>             | No aplica. El proyecto es un banco de material pétreo.  |
| <b>Criterio 9</b>              | <b>EL DESARROLLO DE INFRAESTRUCTURA TURÍSTICA DEBE CONSIDERAR LA CAPACIDAD DE CARGA DE LOS SISTEMAS, INCLUYENDO LAS POSIBILIDADES REALES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS Y AHORRO DE ENERGÍA</b> |
| <i>Congruencia</i>             | No aplica. El proyecto es un banco de material pétreo.  |
| <b>Criterio 11</b>             | <b>PROMOVER LA CREACIÓN DE CORREDORES DE VEGETACIÓN ENTRE LAS ZONAS URBANAS E INDUSTRIALES</b>  |
| <i>Congruencia</i>             | No aplica. El proyecto es un banco de material. Sin embargo, se contempla la vegetación circundante como amortiguamiento.   |
| <b>Criterio 12</b>             | <b>UTILIZAR MATERIALES NATURALES DE LA REGIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES ECOTURÍSTICAS</b>   |
| <i>Congruencia</i>             | No aplica. El proyecto es un banco de material pétreo.  |
| <b>Criterio 13</b>             | <b>EN ÁREAS AGRÍCOLAS PRODUCTIVAS DEBE PROMOVERSE LA ROTACIÓN DE CULTIVOS</b>   |
| <i>Congruencia</i>             | No aplica. El proyecto es un banco de material pétreo.  |
| <b>Criterio 14</b>             | <b>EN ÁREAS PRODUCTIVAS PARA LA AGRICULTURA DEBEN DE INTEGRARSE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES Y/O AGROSILVÍCOLAS, CON DIVERSIFICACIÓN DE ESPECIES ARBÓREAS, ARBUSTIVAS Y HERBÁCEAS</b>  |
| <i>Congruencia</i>             | No aplica. El proyecto es un banco de material pétreo.  |
| <b>Criterio 15</b>             | <b>NO SE PERMITE LA GANADERÍA SEMI-EXTENSIVA Y LA EXISTENTE DEBE TRANSFORMARSE A GANADERÍA ESTABULADA O INTENSIVA.</b>  |

| CRITERIOS: APROVECHAMIENTO (A) |   |
|--------------------------------|---|
| Congruencia                    | No aplica. El proyecto es un banco de material pétreo.  |
| <b>Criterio 16</b>             | <b>RESTRINGIR EL CRECIMIENTO DE LA FRONTERA AGROPECUARIA EN ZONAS DE APTITUD FORESTAL O ANP'S</b>   |
| Congruencia                    | No aplica. El proyecto es un banco de material pétreo.  |
| <b>Criterio 20</b>             | <b>NO SE PERMITEN ÁREAS DE CULTIVO A MENOS DE 100 MTS. DE ZONAS DE PROTECCIÓN Y PASTIZALES NATURALES.</b>   |
| Congruencia                    | No aplica. El proyecto es un banco de material pétreo.  |
| <b>Criterio 22</b>             | <b>EN LA SUPERFICIE DESTINADA A LA ACTIVIDAD GANADERA DEBE ESTABLECERSE VEGETACIÓN FORRAJERA EN UNA DENSIDAD MAYOR A LOS PASTOS INTRODUCIDOS.</b> |
| Congruencia                    | No aplica. El proyecto es un banco de material pétreo.  |

Las medidas enunciadas anteriormente y contempladas en el programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio deberán verificarse durante las diferentes etapas del proyecto, para permitir el aprovechamiento racional del recurso pétreo.

### 3.1.2 Programa del Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán

Según el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY), publicado el martes 14 de octubre del 2015 en el Diario Oficial del Estado de Yucatán, el proyecto se ubica en las Unidad de Gestión Ambiental denominada MER04-SEL\_AP2.



**Figura 3. 2.** Ubicación del proyecto dentro de la UGA del POETCY.

Las características de la UGA se describen a continuación:

**Tabla 3. 6.** Características de la UGA.

| CLAVE     | POLÍTICA | ACTIVIDADES Y USOS DE SUELO                        |  |                   | CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA   |
|-----------|----------|--|--|-------------------|---|
|           |          | ACTUALES   | COMPATIBLES  | NO COMPATIBLES    |   |
| MER04-SEL | AP2      | 2, 3, 8, 9, 10, 12, 16, 17, 18, 19, 23, 24, 25, 28 | 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29 | 5, 13, 14, 15, 27 | 7, 10, 11, 13, 25, 28, 29, 35, 39, 40, 41, 43, 45, 46, 52, 54, 55, 57, 58, 60, 62, 65 |

La descripción de cada una de las actividades y usos de suelo son los siguientes:

**A: Actividades Actuales en las UGA:**

2. Aprovechamiento doméstico de flora y fauna.
3. Apicultura.
8. Agricultura tradicional (milpa) y ganadería de ramoneo.
9. Agricultura de plantaciones perennes (henequén, coco, frutales).
10. Agricultura semiintensiva (horticultura, floricultura, pastos de ornato).
12. Ganadería estabulada tipo granja (bovinos, porcinos, aves).
16. Extracción artesanal de piedra o sascab sin uso de maquinaria o explosivos.
17. Extracción industrial de piedra o sascab.
18. Industrial ligera no contaminante del manto freático y de bajo consumo de agua.
19. Industria semipesada y pesada.
23. Turismo tradicional de mediano impacto (hoteles, vivienda multifamiliar, restaurantes, venta de artesanías y servicios conexos).
24. Campos de golf.
- 25: Desarrollos inmobiliarios de acuerdo con la Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán.
- 28: Aprovechamiento forestal maderable y no maderable.

**B: Las actividades COMPATIBLES son las siguientes**

1. Área para el cuidado y preservación de las condiciones naturales protegidas.
2. Aprovechamiento doméstico de flora y fauna.
3. Apicultura.
4. Unidades de manejo de vida silvestre y aprovechamiento cinegético.
6. Acuacultura artesanal o extensiva.
7. Acuacultura industrial o intensiva.
8. Agricultura tradicional (milpa) y ganadería de ramoneo.
9. Agricultura de plantaciones perennes (henequén, coco, frutales).
10. Agricultura semiintensiva (horticultura, floricultura, pastos de ornato).

- 11. Ganadería extensiva (bovinos, ovinos) en potreros.
- 12. Ganadería estabulada tipo granja (bovinos, porcinos, aves).
- 16. Extracción artesanal de piedra o sascab sin uso de maquinaria o explosivos.
- 17. Extracción industrial de piedra o sascab.
- 18. Industrial ligera no contaminante del manto freático y de bajo consumo de agua.
- 19. Industria semipesada y pesada.
- 20. Turismo de muy bajo impacto (pasa día, palapas, senderos, pesca deportiva -en mar o ría- observación de aves, fotografía, acampado).
- 21. Turismo alternativo (hoteles, vivienda multifamiliar y servicios ambientalmente compatibles).
- 22. Vivienda Unifamiliar.
- 23. Turismo tradicional de mediano impacto (hoteles, vivienda multifamiliar, restaurantes, venta de artesanías y servicios conexos).
- 24. Campos de golf.
- 25. Desarrollos inmobiliarios de acuerdo con la Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán.
- 26. Sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos.
- 28. Aprovechamiento forestal maderable y no maderable.
- 29. Industria eoloeléctrica.

**C: Las actividades NO COMPATIBLES son las siguientes:**

- 5. Pesca de consumo doméstico o pesca deportiva.
- 13: Extracción artesanal de sal o artemia.
- 14: Extracción industrial de sal.
- 15: Extracción de arena.
- 27: Desarrollos portuario-marinos y servicios relacionados.

**Vinculación con el proyecto.** *De acuerdo a los usos de suelos actuales, compatibles y no compatibles en esta UGA, la actividad no está considerada como NO compatible, por lo que la ejecución del proyecto no se contrapone con los usos del POETCY.*

Los **Criterios de regulación ecológica** mencionados para la UGA se analizan y se vinculan con el proyecto en la siguiente tabla.

**Tabla 3. 7.** Análisis de los Criterios de regulación ecológica establecidas para cada una de las Unidades de Gestión Ambiental.

| CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA |  |
|-----------------------------------|--|
| Criterio 7                        | CON BASE EN EL PRINCIPIO DE PRECAUTORIEDAD, LA EXTRACCIÓN DE AGUA PARA ABASTECER LA INFRAESTRUCTURA DE VIVIENDA, TURÍSTICA, COMERCIAL, INDUSTRIAL O DE SERVICIOS SE DEBERÁ LIMITAR AL CRITERIO DE EXTRACCIÓN MÁXIMA DE AGUA DE HASTA 16 L/S CON POZOS UBICADOS A DISTANCIAS DEFINIDAS EN LAS AUTORIZACIONES EMITIDAS POR LA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA. ESTE CRITERIO PODRÍA INCREMENTARSE HASTA 20 L/S SI SE DEMUESTRA CON UN ESTUDIO GEOHIDROLÓGICO DETALLADO DEL PREDIO, QUE LA CAPACIDAD DEL |

| CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA |  |
|-----------------------------------|--|
|                                   | <b>ACUÍFERO LO PERMITE; EN ESTE CASO LA AUTORIZACIÓN DEBERÁ SUPEDITARSE A QUE SE ESTABLEZCA UN SISTEMA DE MONITOREO CON REGISTRO CONTINUO DEL ACUÍFERO Y A LA INSCRIPCIÓN Y PARTICIPACIÓN ACTIVA DEL USUARIO EN EL CONSEJO DE CUENCA DE LA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA, EN LOS TÉRMINOS DE LO ESTABLECIDO EN LA LEY DE AGUAS NACIONALES</b>   |
| <i>Congruencia</i>                | El proyecto únicamente corresponde al aprovechamiento de material pétreo en estrato húmedo, en el cual no se requiere del abastecimiento de agua.  |
| <b>Criterio 10</b>                | <b>SE DEBERÁ PROMOVER LA ELABORACIÓN DE PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO PARA PLANEAR Y REGULAR LA EXPANSIÓN DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS, REGULARIZAR LOS EXISTENTES, EVITAR INVASIONES EN ZONAS FEDERALES DE CIÉNAGAS, PREVER LA CREACIÓN DE CENTROS DE POBLACIÓN, Y DELIMITACIÓN DE FONDOS LEGALES Y RESERVAS DE CRECIMIENTO. ASIMISMO SE PROMOVERÁ LA COORDINACIÓN DE LOS MUNICIPIOS CONURBADOS EN LOS TÉRMINOS DE LO ESTABLECIDO EN LA LEY GENERAL DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y LA LEY DE ASENTAMIENTOS HUMANOS DEL ESTADO DE YUCATÁN</b> |
| <i>Congruencia</i>                | El proyecto no corresponde a uno de desarrollo inmobiliario, sino a un proyecto de aprovechamiento de material pétreo en estrato húmedo.   |
| <b>Criterio 11</b>                | <b>DE ACUERDO CON LO ESTABLECIDO EN LOS ARTÍCULOS DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE, CUANDO SE REQUIERA DELIMITAR LOS TERRENOS PARTICULARES, FUERA DE ZONAS URBANAS Y LOS BIENES NACIONALES QUE HAYAN SIDO CONCESIONADOS, CON PREVIA AUTORIZACIÓN DE LA AUTORIDAD COMPETENTE, ESTA DELIMITACIÓN SE DEBERÁ REALIZAR GARANTIZANDO EL LIBRE PASO DE LAS ESPECIES Y QUE NO FRAGMENTEN EL ECOSISTEMA</b>  |
| <i>Congruencia</i>                | El predio ya está delimitado por alambre de púas, el proyecto corresponde al aprovechamiento de material pétreo en estrato húmedo.   |
| <b>Criterio 13</b>                | <b>EL USO RECREATIVO DE CAVERNAS, CENOTES Y MANANTIALES REQUERIRÁ PARA SU FUNCIONAMIENTO DE UNA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL</b>   |
| <i>Congruencia</i>                | El proyecto corresponde al aprovechamiento de material pétreo en estrato húmedo, y el cuerpo de agua artificial no será utilizado durante la operación y abandono, no obstante, el promovente pretende usar el área del proyecto para lo cual solicitara la autorización correspondiente.  |
| <b>Criterio 25</b>                | <b>LOS DESARROLLOS URBANOS Y TURÍSTICOS SOMETIDOS A AUTORIZACIÓN DE LA AUTORIDAD COMPETENTE DEBERÁN CONTAR CON UN PROGRAMA INTEGRAL DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS</b>  |
| <i>Congruencia</i>                | El proyecto únicamente corresponde al aprovechamiento de material pétreo en estrato húmedo, y no un proyecto turístico ni de desarrollo urbano, no obstante, se realizará un manejo de residuos sólidos urbanos.   |
| <b>Criterio 28</b>                | <b>DADA LA BAJA APTITUD DE LOS SUELOS PARA ACTIVIDADES AGROPECUARIAS, SE DEBEN INCORPORAR PRÁCTICAS AGROECOLÓGICAS, SILVOPASTORILES O AGROFORESTALES QUE PERMITAN EVITAR LA EROSIÓN DE LOS SUELOS Y MANTENER SU FERTILIDAD, FOMENTAR EL USO DE COMPOSTA O MEJORADORES ORGÁNICOS DE SUELO, RACIONALIZAR EL USO DE AGUA Y LA APLICACIÓN DE AGROQUÍMICOS. SE PRIVILEGIAN AQUELLAS ACTIVIDADES QUE FAVOREZCAN LA PRODUCCIÓN</b>  |

| CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA |  |
|-----------------------------------|--|
|                                   | ORGÁNICA. SE RECOMIENDA LA ADOPCIÓN DE PRÁCTICAS DE ROZA, TUMBA Y REINCORPORA QUE PROMUEVE LA SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN. LA ACTIVIDAD PORCÍCOLA NO ESTÁ PERMITIDA DADA LA VULNERABILIDAD DEL TERRITORIO A LA CONTAMINACIÓN Y A LA FALTA DE SUELOS ADECUADOS PARA TAL FIN. NO SE PERMITE EL CULTIVO DE ORGANISMOS GENÉTICAMENTE MODIFICADOS (TRANSGÉNICOS). TODA ACTIVIDAD FORESTAL DEBERÁ SOMETERSE A EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL Y CONTAR CON PROGRAMA DE MANEJO AUTORIZADO  |
| <i>Congruencia</i>                | No aplica. El proyecto es un banco de material pétreo.   |
| <b>Criterio 29</b>                | ESTA ZONA SE CONSIDERA APTA PARA EL DESARROLLO DE ACTIVIDADES RECREATIVAS, TALES COMO PRÁCTICAS DE CAMPISMO, CICLISMO, RUTAS INTERPRETATIVAS, OBSERVACIÓN DE FAUNA Y PASEOS FOTOGRÁFICOS, LO CUAL PUEDE IMPLICAR LA NECESIDAD DE INSTALACIÓN DE INFRAESTRUCTURA DE APOYO TALES COMO SENDEROS DE INTERPRETACIÓN DE LA NATURALEZA, MIRADORES Y TORRES PARA OBSERVACIÓN DE AVES   |
| <i>Congruencia</i>                | No aplica. El proyecto es un banco de material pétreo y no de actividades turísticas.  |
| <b>Criterio 35</b>                | DE ACUERDO CON EL ARTÍCULO 122, FRACCIÓN VI, DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE, SE CONSIDERA UNA INFRACCIÓN EL MANEJAR EJEMPLARES DE ESPECIES EXÓTICAS FUERA DE LAS UNIDADES DE MANEJO PARA LA CONSERVACIÓN DE LA VIDA SILVESTRE DE CONFINAMIENTO CONTROLADO. SOLO EN CASOS JUSTIFICADOS O DE ORNATO SE PERMITIRÁ EL USO DE PALMA DE COCO (ENANO MALAYO) EN LA DUNA COSTERA  |
| <i>Congruencia</i>                | No aplica. El proyecto es un banco de material pétreo y no se manejarán especies exóticas.   |
| <b>Criterio 39</b>                | LA CONSTRUCCIÓN DE NUEVOS CAMINOS ASÍ COMO EL ENSANCHE, CAMBIO DE TRAZO Y PAVIMENTACIÓN DE LOS CAMINOS EXISTENTES REQUERIRÁN DE UNA EVALUACIÓN EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL EN LOS TÉRMINOS DE LO ESTABLECIDO EN LAS LEYES FEDERALES Y ESTATALES CORRESPONDIENTES EXCEPTO EN EL CASO QUE CONLLEVE ACCIONES DE RESTAURACIÓN DE FLUJOS HIDRÁULICOS EN EL CASO DE ZONAS INUNDABLES EXTENDIDAS EN SABANAS, LAGUNAS Y MANGLARES. A RESERVA DE QUE LOS ESTUDIOS HIDRÁULICOS EN EL TRAZO VIAL DETERMINEN ESPECIFICACIONES PRECISAS, EN CARRETERAS EXISTENTES O FUTURAS, SE DEBERÁ PROCURAR QUE EXISTA AL MENOS UN 30% DEL ÁREA LIBRE DE FLUJO Y DEBEN REALIZARSE SOBRE PILOTES Y/O PUENTES EN LOS CAUCES PRINCIPALES DE AGUA |
| <i>Congruencia</i>                | No aplica. El proyecto es un banco de material pétreo y no la construcción de un camino.   |
| <b>Criterio 40</b>                | EL USO DEL FUEGO DEBERÁ CONSIDERAR LAS REGULACIONES QUE ESTABLECE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE Y LA LEY DE PREVENCIÓN Y COMBATE DE INCENDIOS AGROPECUARIOS Y FORESTALES DEL ESTADO DE YUCATÁN   |
| <i>Congruencia</i>                | No aplica. El proyecto es un banco de material y no se requiere del uso de   |

| CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA |  |
|-----------------------------------|--|
|                                   | fuego para fines agropecuarios o forestales y de ningún otro tipo.   |
| <b>Criterio 41</b>                | <b>SE CONSIDERA QUE EL APROVECHAMIENTO DE ESPECIES SILVESTRES SERÁ COMPATIBLE CON LA PROTECCIÓN DE ESTE ECOSISTEMA SIEMPRE Y CUANDO SEA EN UNIDADES DE MANEJO PARA LA CONSERVACIÓN DE LA VIDA SILVESTRE, CUYO PROGRAMA DE MANEJO SEA AUTORIZADO POR LA SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES</b>   |
| <i>Congruencia</i>                | No aplica. El proyecto es un banco de material pétreo y no se requiere del aprovechamiento de especies silvestres.   |
| <b>Criterio 43</b>                | <b>ESTA ZONA SE CONSIDERA APTA PARA EL PASTOREO ABIERTO DE BOVINOS Y OVINOS SOBRE LA VEGETACIÓN NATURAL; ACTIVIDADES TURÍSTICAS DE BAJO IMPACTO Y LA EXTRACCIÓN ARTESANAL DE PIEDRA SUPERFICIAL, SIN INTRODUCIR MAQUINARÍA DE PERFORACIÓN PARA EVITAR AFECTACIÓN AL ACUITARDO (CAPA IMPERMEABLE QUE CONFINA Y SOMETE A PRESIÓN AL ACUÍFERO). SE RESTRINGEN LA GANADERÍA EXTENSIVA EN POTREROS CON PASTIZALES INDUCIDOS, LA AGRICULTURA Y LA ACUACULTURA. EN EL CASO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS, ESTE CRITERIO SE APLICARÁ DE ACUERDO CON LO ESTABLECIDO EN LOS PROGRAMAS DE MANEJO. NO SE PERMITE EL CULTIVO DE ORGANISMOS GENÉTICAMENTE MODIFICADOS (TRANSGÉNICOS)</b> |
| <i>Congruencia</i>                | El proyecto corresponde al aprovechamiento de material pétreo en estrato húmedo, el área ya ha sido explotada en estrato seco, en cuanto, por lo que el acuitardo superficial (conocida localmente en la zona como laja), se encuentra removido, ya que el predio corresponde a un banco de materiales cuyo estrato seco ya ha sido explotado y la parte húmeda es la que somete a solicitud. Por lo que no se contrapone con este criterio. Sin embargo, se anexa el estudio hidrogeológico donde se considera la explicación de estos puntos.  |
| <b>Criterio 45</b>                | <b>EN LOS CASOS QUE A LA FECHA DE LA EXPEDICIÓN DE ESTE ORDENAMIENTO EXISTIERAN RANCHOS CON GANADERÍA BOVINA EXTENSIVA, Y DADO QUE ESTOS TERRENOS NO SON APTOS PARA ESTA ACTIVIDAD, SE RECOMIENDA QUE SE REALICE EN PARCELAS ROTATIVAS CON DESMONTES TEMPORALES Y MANTENIENDO FRANJAS DE VEGETACIÓN NATIVA, O MEDIANTE EL ESTABLECIMIENTO DE SISTEMAS AGROFORESTALES CON ESPECIES FORRAJERAS. ASIMISMO, SE RECOMIENDA LA ADOPCIÓN DE PRÁCTICAS DE GANADERÍA DIVERSIFICADA. NO SE PERMITE EL CULTIVO DE ORGANISMOS GENÉTICAMENTE MODIFICADOS (TRANSGÉNICOS)</b>   |
| <i>Congruencia</i>                | No aplica. El proyecto es un banco de material pétreo y no de un proyecto ganadero.  |
| <b>Criterio 46</b>                | <b>ESTA ZONA ES APTA PARA LA EXTRACCIÓN ARTESANAL DE PIEDRA SIN USO DE MAQUINARIA DE EXCAVACIÓN NI EXPLOSIVOS. NO SE PERMITE LA EXTRACCIÓN INDUSTRIAL DE MATERIAL PÉTREO EXCEPTO EN LOS CASOS EN QUE A LA EXPEDICIÓN DE ESTE ORDENAMIENTO ESTÉN FUNCIONANDO Y QUE SERÁN SOMETIDOS A CONFINAMIENTO EN TÉRMINOS DE LA SUPERFICIE PROYECTADA DE APROVECHAMIENTO Y DEBERÁN PRESENTAR ESTUDIOS GEOHIDROLÓGICOS DETALLADOS Y MODELACIONES MATEMÁTICAS QUE PERMITAN EVALUAR Y MONITOREAR SU IMPACTO EN EL ACUÍFERO Y ACUITARDO POR EL TIEMPO</b>  |



| CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA |   |
|-----------------------------------|---|
|                                   | <b>PROYECTADO DE APROVECHAMIENTO. EN EL CASO DE BANCOS DE PRÉSTAMO PARA EL MANTENIMIENTO DE CARRETERAS LAS OBRAS PROYECTADAS SERÁN SOMETIDAS A EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL</b>  |
| <i>Congruencia</i>                | El área a solicitar para la explotación bajo freático, corresponde a toda la superficie actualmente explotada en su estrato seco. La superficie explotada en seco cuenta con una autorización en materia de impacto ambiental del 17 de enero del 1995. El ordenamiento ecológico fue publicado en el DOE el 31 de julio de 2007, por lo que, debido a que la Ley y sus ordenamientos no son retroactivos, el presente proyecto no se contrapone con este criterio. Sin embargo, debido a que la fase que se solicita en fase húmeda (bajo freático), y puede afectar recursos hídricos federales, se somete a evaluación el estudio de impacto ambiental ante la SEMARNAT. Asimismo, para establecer la línea base de las condiciones de acuífero previo a la explotación en fase húmeda se presenta de manera anexa el estudio hidrogeológico que presenta las condiciones del acuífero que subyace al proyecto (Anexo 7). En dicho estudio se presentan las condiciones del material rocoso, la calidad del agua se presentará además un programa de monitoreo de la calidad del agua, que permita identificar posibles desviaciones de las condiciones de la calidad y en su caso tomar acciones para prevenir que la contaminación ocurra. |
| <b>Criterio 52</b>                | <b>EL APROVECHAMIENTO CINEGÉTICO ESTARÁ SUPEDITADO A LAS AUTORIZACIONES Y PERMISOS DE LA AUTORIDAD COMPETENTE, RESPETANDO LOS CALENDARIOS, LAS VEDAS Y LAS UNIDADES DE MANEJO AMBIENTALES DEFINIDAS POR LA SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES Y LA SECRETARÍA DE DESARROLLO URBANO Y MEDIO AMBIENTE. SE DEBERÁN RESPETAR LAS ÁREAS DE RESTRICCIÓN ESTABLECIDAS EN LAS LOCALIDADES DE UAYMITÚN, TELCHAC PUERTO Y SAN CRISANTO SEGÚN EL PROGRAMA VIGENTE DE APROVECHAMIENTO CINEGÉTICO DE AVES ACUÁTICAS</b>   |
| <i>Congruencia</i>                | No aplica. El proyecto es un banco de material pétreo y no se realizará el aprovechamiento cinegético.  |
| <b>Criterio 54</b>                | <b>EN LA PRÁCTICA DE ACTIVIDADES ACUÁTICAS EN LOS MANANTIALES O CENOTES, SOLO PODRÁN USARSE BLOQUEADORES, BRONCEADORES Y REPELENTES DE ORIGEN NATURAL</b>   |
| <i>Congruencia</i>                | No aplica. El proyecto es un banco de material pétreo.  |
| <b>Criterio 55</b>                | <b>NO SE PERMITEN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES DE NINGÚN TIPO, SEGÚN LO DISPUESTO EN EL ARTÍCULO 121 DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE</b>  |
| <i>Congruencia</i>                | No aplica. El proyecto es un banco de material pétreo.  |
| <b>Criterio 57</b>                | <b>LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS, DESARROLLOS TURÍSTICOS DE HOSPEDAJE Y SERVICIOS, LOS DESARROLLOS URBANOS Y, EN GENERAL, CUALQUIER EDIFICACIÓN SOMETIDA A LA EVALUACIÓN DE LA AUTORIDAD COMPETENTE DEBEN INCLUIR LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS AHORRADORES DE AGUA Y SISTEMAS INTEGRALES DE TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PREVIENDO LA SEPARACIÓN DE AGUAS GRISES DE LAS NEGRAS</b>   |

| <b>CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA</b> |   |
|--|---|
| <i>Congruencia</i>                       | No aplica. El proyecto es un banco de material pétreo y no de construcción de viviendas, desarrollos turísticos de hospedaje y servicios.   |
| <b>Criterio 58</b>                       | <b>SE RESTRINGE EL USO DE FERTILIZANTES QUÍMICOS, HERBICIDAS, DEFOLIANTES PESTICIDAS Y SE DEBERÁ FOMENTAR EL USO DE PRODUCTOS AMBIENTALMENTE COMPATIBLES PARA EL CONTROL INTEGRAL DE PLAGAS, ENFERMEDADES O CONTROL BIOLÓGICO</b>   |
| <i>Congruencia</i>                       | No se utilizarán fertilizantes químicos, herbicidas, defoliantes pesticidas para el control integral de plagas, enfermedades o control biológico durante el desarrollo del proyecto.  |
| <b>Criterio 60</b>                       | <b>SE RECOMIENDA QUE LAS AUTORIDADES CORRESPONDIENTES ANTES DE OTORGAR LAS AUTORIZACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE RELLENOS SANITARIOS Y ESTACIONES DE TRANSFERENCIA SOMETAN A MINUCIOSA VALORACIÓN LOS RESULTADOS DE ESTUDIOS HIDROLÓGICOS, DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOFÍSICOS</b>  |
| <i>Congruencia</i>                       | No aplica. El proyecto es un banco de material pétreo.  |
| <b>Criterio 62</b>                       | <b>NO SE PERMITE EL ESTABLECIMIENTO DE SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS O LÍQUIDOS EN ENTRADAS DE CUEVAS O GRUTAS O EN LA RIBERA DE CENOTES, NI EN LAS INMEDIACIONES DE ESTAS, A DISTANCIAS MENORES DE 100 M</b>   |
| <i>Congruencia</i>                       | No aplica. El proyecto es un banco de material pétreo.  |
| <b>Criterio 65</b>                       | <b>PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA FOTOVOLTAICA Y EÓLICA, SE DEBERÁ PRESENTAR UN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL, Y PARTICULARMENTE EL SEGUNDO REQUERIRÁ DE ESTUDIOS DETALLADOS DEL SITIO SOBRE GEOLOGÍA, HIDROGEOLOGÍA (CON MODELACIÓN MATEMÁTICA INCLUYENDO CUÑA MARINA E INTERFASE SALINA), TOPOGRAFÍA, GEOFÍSICA Y GEOTÉCNIA, ASÍ COMO EVALUACIÓN DE CUANDO MENOS UN AÑO SOBRE LAS POBLACIONES DE FELINOS, QUIRÓPTEROS, AVES Y RUTAS MIGRATORIAS A 50 KM A LA REDONDA. DE IGUAL FORMA REALIZARÁ EVALUACIONES SOBRE RUIDO E IMPACTO VISUAL. ESTE TIPO DE ACTIVIDAD SE REALIZARÁ PREFERENTEMENTE EN TERRENOS AGROPECUARIOS. TODO CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL DEBERÁ JUSTIFICARSE PLENAMENTE</b> |
| <i>Congruencia</i>                       | No aplica. El proyecto es un banco de material pétreo.  |

De acuerdo a lo establecido en la UGA del POETCY, no existen criterios o regulaciones que hagan incompatible el desarrollo del proyecto. Las medidas enunciadas anteriormente y contempladas en el Programa de Ordenamiento Ecológico Costero del Territorio deberán verificarse durante las etapas del proyecto, para permitir el aprovechamiento racional y controlado de los recursos y el manejo adecuado de los residuales generados. Por lo que se puede concluir que el proyecto no contraviene los criterios establecidos en el ordenamiento ecológico costero analizado.

### **3.2 Los Planes y Programas de Desarrollo Urbano Estatales, Municipales o en su caso Centro de Población**

#### **PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DE YUCATÁN (2012-2018).**

El Plan Estatal de Desarrollo (PED) de Yucatán 2012-2018 es un instrumento de gobierno construido sumando la voz de todos los ciudadanos; su contenido refleja el estado de cosas, los desafíos y retos que enfrentamos; y sobre esa realidad propone los resultados que juntos vamos a construir para hacer de Yucatán un estado competitivo, incluyente, con educación de calidad, seguro y con un crecimiento ordenado.

Para lograr que el Plan estatal de desarrollo sea verdaderamente el instrumento rector del estado y la guía que defina las principales acciones para Yucatán durante los próximos años, se requiere establecer de manera muy clara y ordenada las prioridades plasmadas en objetivos y estrategias de largo alcance, que de forma directa impacten los sectores con mayor relevancia para la población.

Los ejes del desarrollo (sectores) son el apartado sustantivo que precisamente ordena y sistematiza el PDE y son los siguientes:

- 1. El Sector Economía para lograr un Yucatán Competitivo.**
2. El Sector Social en la búsqueda de un Yucatán Incluyente.
3. El Sector Educación con la finalidad de lograr un Yucatán con Educación de Calidad.
4. El Sector Territorio que desarrolle un Yucatán con Crecimiento Ordenado.
5. El Sector Seguridad para preservar un Yucatán Seguro.

El objetivo que envuelve a los cinco ejes de desarrollo es encontrar para el estado las alternativas de crecimiento sostenible en el mediano y largo plazo, para lograr un impacto positivo sobre el ingreso y la calidad del empleo, con el enfoque en la igualdad de oportunidades y la formación educativa integral, en un territorio con servicios sustentables donde se conserve la paz y tranquilidad que lo caracteriza.

Dentro del sector economía del PDE se persigue visiones para el rubro inversiones y desarrollo industrial como:

- Para potencializar a las empresas y llevar sus productos a nuevos mercados, será prioritario incrementar la competitividad, la conectividad y hacer más eficiente la regulación; tales factores son requisitos indispensables para lograr atraer mayores inversiones, particularmente en el sector industrial, y con esto, aumentar el valor agregado de la producción, detonar las exportaciones y la generación de empleos mejor pagados.

**Vinculación con el proyecto:** Con base a la información anteriormente vertida se puede indicar que el proyecto es totalmente congruente con una de las visiones planteadas en el Programa Estatal de Desarrollo de Yucatán para el rubro inversiones y desarrollo industrial. Lo

anterior se debe a que a través del proyecto se incrementará el valor agregado de la materia prima a extraer (material pétreo) y generará fuentes de empleo para las localidades próximas al área de estudio.

**PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL MUNICIPIO DE MÉRIDA 2012**

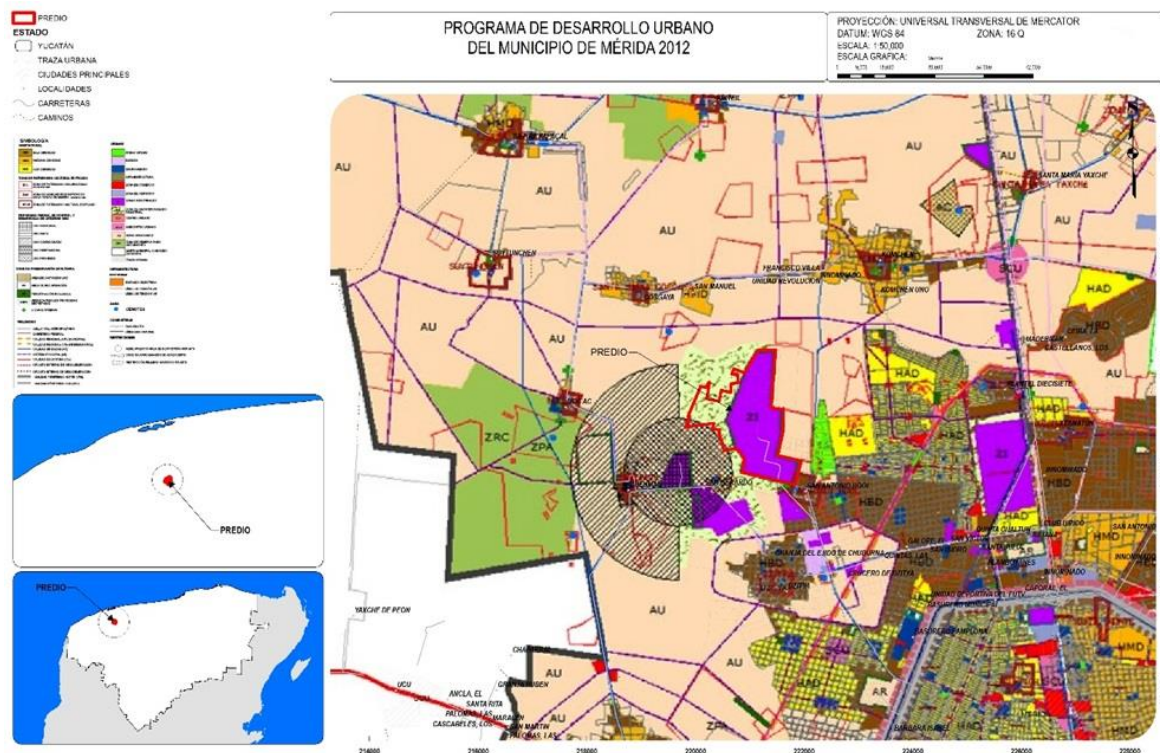
El Programa de Desarrollo Urbano, propone facilitar e impulsar la utilización del suelo de forma racional, privilegiando los usos en vialidades que ofrezcan accesibilidad, que cuenten con la infraestructura, servicios y sean complementarios a los existentes. Se impulsa la ocupación y el aprovechamiento de las oportunidades que ofrecen las áreas urbanas ya consolidadas y promueve como línea de acción la facilidad de instalación de usos compatibles, la densificación en zonas sin ocupar y en el área urbana.

El presente Programa de Desarrollo Urbano orienta un desarrollo de forma consciente y racional para todos, apuesta por la ciudad compacta con igualdad de oportunidades con una mezcla equilibrada de usos del suelo, en beneficio del desarrollo humano de la población, incluye el concepto del "Derecho a la Ciudad" promueve el impulso de espacios públicos suficientes y seguros, el incremento de áreas verdes, el rescate patrimonial, la movilidad y accesibilidad y el desarrollo sostenible. Razón por la cual los usos deberán de apegarse a estas condicionantes, con la finalidad de no generar afectaciones en la zona donde se ubique.

Para garantizar lo anterior la nueva forma de dictaminar los usos de suelo se analizarán las vialidades, la zona en que se ubique y el contexto que la rodea, la escala e intensidad del uso o destino que se pretende establecer, la compatibilidad en la Tabla de Usos y Destinos del Suelo, las políticas del Programa y la normatividad aplicable.

El Programa de Desarrollo Urbano de Mérida clasifica la zona donde se desarrollara el proyecto como Zona Industrial (ZI) y Zona de Amortiguamiento Industrial (ZAI). Que de acuerdo a la tabla de usos y destinos de suelo del Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Mérida, el uso de suelo está considerado como un Uso Condicionado.

*Áreas con uso predominante de industria que cuentan con vialidades, infraestructura y servicios urbanos y generan tránsito de vehículos pesados. Para el establecimiento de nuevas zonas de uso industrial será necesario que los polígonos a desarrollar contengan áreas de amortiguamiento entre éstos y los predios colindantes. En las áreas de amortiguamiento podrán existir usos complementarios a la industria y otros distintos al uso habitacional, siempre compatibles con industria.*



**Figura 3.3.** Ubicación del proyecto con respecto al PDU de Mérida 2012.

Parte del área de amortiguamiento cae en el ZAI.

**Vinculación con el proyecto:** El proyecto se ubica al norte del municipio de Mérida y de acuerdo a la sobreposición con la Carta Síntesis del Programa Municipal, el proyecto es congruente al ocupar en su mayor parte, usos de suelo destinados.

### 3.3 Programas de recuperación y restablecimiento de las zonas de restauración ecológica

No se cuenta en la zona del proyecto con programas de restauración.

### 3.4 Leyes y Reglamentos

A continuación se enlistan los instrumentos normativos aplicables al presente proyecto.

#### 3.4.1 Leyes

##### A. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

**Artículo 28.** La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de

evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

- XIII. Obras o actividades que correspondan a asuntos de competencia federal, que puedan causar desequilibrios ecológicos graves e irreparables, daños a la salud pública o a los ecosistemas, o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas relativas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección del ambiente.

**Vinculación con el proyecto:** *Se realizará el trámite correspondiente en materia de impacto ambiental.*

**Artículo 110.** Fracción II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

**Vinculación con el proyecto:** *Los niveles de emisión de los equipos que se emplearán para realizar la preparación del sitio y operación serán verificadas conforme a la disposición estatal. También se promoverá el mantenimiento de los equipos periódicamente.*

**Artículo 113.** No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente.

**Artículo 117.** Para la prevención de la contaminación del agua se considera los siguientes criterios:

- I. La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país;
- II. Corresponde al Estado y a la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo;
- III. La participación y corresponsabilidad de la sociedad en condición indispensable para evitar la contaminación del agua.

**Artículo 134.** Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:

- I. Corresponde al estado y la sociedad prevenir la contaminación del suelo;
- II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;
- III. Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reuso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes;

- IV. La utilización de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas, debe ser compatible con el equilibrio de los ecosistemas y considerar sus efectos sobre la salud humana a fin de prevenir los daños que pudieran ocasionar, y
- V. En los suelos contaminados por la presencia de materiales o residuos peligrosos, deberán llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperar o restablecer sus condiciones, de tal manera que puedan ser utilizados en cualquier tipo de actividad prevista por el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable.

**Artículo 136.** Los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltren en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar:

- I. La contaminación del suelo;
- II. Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos;
- III. Las alteraciones en el suelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación, y
- IV. Riesgos y problemas de salud.

**Artículo 151.** La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó.

**Artículo 152 bis.** Cuando la generación, manejo o disposición final de materiales o residuos peligrosos, produzca contaminación del suelo, los responsables de dichas operaciones deberán llevar a cabo las acciones necesarias para recuperar y restablecer las condiciones del mismo, con el propósito de que éste pueda ser destinado a alguna de las actividades previstas en el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable, para el predio o zona respectiva.

**Vinculación con el proyecto:** *Los residuos sólidos no peligrosos que serán generados dentro del predio durante las actividades del proyecto se manejarán en contenedores de manera adecuada y deberán ser dispuestos en el sitio de disposición final de las localidades cercanas ó en donde el municipio lo dictamine.*

*No se prevé generen residuos peligrosos; pero, en caso de darse dicha generación durante la operación del proyecto serán envasados en contenedores y etiquetados para para posteriormente canalizarlos a una disposición final de acuerdo a los lineamientos legales vigentes. Se llevará el control en una bitácora de dichos residuos generados.*

## **B. Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán.**

**Artículo 31.** El impacto ambiental que pudiesen ocasionar las obras o actividades que no sean de competencia Federal, será evaluado por la Secretaría, con la participación de los Municipios respectivos, en los términos de esta Ley y su Reglamento, cuando por su ubicación, dimensiones o características produzcan impactos ambientales significativos sobre el medio

ambiente. Las personas físicas o morales, que pretendan realizar obras o actividades públicas o privadas que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidas en las disposiciones aplicables en la materia, previo a su inicio, deberán obtener la autorización del Ejecutivo Estatal, por conducto de la Secretaría, en los términos de esta Ley y su Reglamento, así como cumplir con los requisitos que se les impongan.

**Artículo 32.** Requieren la autorización establecida en el artículo anterior, las personas físicas o morales que pretendan realizar las siguientes obras o actividades:

- I. Obra pública estatal y municipal;
- II. La explotación, extracción y tratamiento de minerales o sustancias no reservadas a la Federación;

**Artículo 35.** Una vez evaluado el informe preventivo o la manifestación de impacto ambiental, y en su caso el estudio de riesgo, la Secretaría emitirá, debidamente fundada y motivada, la resolución correspondiente en la que podrá:

- I. Autorizar la realización de la obra o actividad de que se trate, en los términos solicitados;
- II. Autorizar de manera condicionada la obra o actividad de que se trate...., o,
- III. Negar la autorización solicitada cuando:

**Vinculación con el proyecto:** *Previo a la realización del proyecto el promovente realizó las gestiones para el aprovechamiento en estrato seco, el actual proyecto corresponde al aprovechamiento en estrato húmedo.*

## **C. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos**

**Artículo 18.** Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.

**Artículo 41.** Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.

**Artículo 42.** Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta Dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos.



La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador.

Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.

**Artículo 45.** Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría.

En cualquier caso los generadores deberán dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, las instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos.

**Artículo 54.** Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales.

La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.

**Vinculación con el proyecto:** *En los procedimientos de manejo de residuos (Ver **Anexo 6** de este estudio) que se implementará para el proyecto se incluye la separación de residuos por su tipo (orgánico e inorgánico), evitando su mezcla con residuos peligrosos.*

*Durante las obras que conforman este proyecto se generará una cantidad poco significativa de residuos peligrosos, particularmente restos de aceite y filtros de aceite; así como algunos casos probables de fugas de combustible, estopas y trapos impregnados con tales sustancias. Durante la etapa operación del proyecto, se implementarán medidas adecuadas para el control, manejo, almacenaje y disposición final de tales residuos peligrosos.*

## **D. Ley General de Vida Silvestre**

**Artículo 4.** Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación...

**Artículo 18.** Los propietarios y legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la fauna silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat...

**Artículo 30.** Queda estrictamente prohibido todo acto de crueldad en contra de la fauna silvestre...

**Artículo 63.** La conservación del hábitat natural de la vida silvestre es de utilidad pública...

**Artículo 106.** Señala la obligación de toda persona de reparar los daños a la vida silvestre o su hábitat de acuerdo a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

**Vinculación con el proyecto:** *Es importante mencionar que ya se ha realizado el aprovechamiento en estrato seco por lo que en el área queda escasa vegetación, Ahora bien, en la fase de operación en estrato húmedo, es posible que la fauna (principalmente anfibios o reptiles) que puedan ser dañada si no se toman las precauciones necesarias para su cuidado. Por ello previo al desarrollo de las actividades de explotación, se revisará el área de afectación para detectar la fauna presente, que en su caso será capturada y reubicada en áreas adyacentes en que se encuentren fuera de peligro (Ver el Programa de acciones para la protección y conservación de la fauna silvestre en el **Anexo 7** de este estudio). Así mismo, se contará con la supervisión para evitar la afectación excesiva o fuera de áreas no autorizadas para la explotación y que afecte la fauna silvestre de la región.*

## **E. Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos**

**Artículo 65.** El almacenamiento de las armas, objetos y materiales aludidos en este título, podrá autorizarse como actividad complementaria del permiso general concedido, o como específico de personas o negociaciones.

**Artículo 66.** Las armas, objetos y materiales que amparen los permisos, sólo podrán almacenarse hasta por las cantidades y en los locales autorizados.

**Artículo 67.** El almacenamiento de las armas, objetos y materiales a que se refiere este Título, deberá sujetarse a los requisitos, tablas de compatibilidad y distancia-cantidad que señale la Secretaría de la Defensa Nacional.

**Vinculación con el proyecto:** *Se contratará a una empresa para realizar las explosiones además se contará con el permiso ante la SEDENA.*

### **3.4.2 Reglamentos.**

#### **A. Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental**

**Artículo 5.** Quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la secretaría en materia de impacto ambiental:

R) OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES:

I. Cualquier tipo de obra civil, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas.

**Artículo 9.** Los promoventes deberán ante la secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad de la que se solicita autorización.....

**Artículo 10.** Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades:

- 1.- Regional o
- 2.- Particular

## **B. Reglamento de la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán**

**Artículo 152.** Las emisiones de gases, partículas sólidas y líquidas a la atmosfera, emitidas por el escape de los vehículos automotores que circulen en el estado y que utilicen gasolina, diesel biogás o gas licuado del petróleo como combustible, no deberán exceder los niveles máximos permitidos de emisiones, establecidos en las normas oficiales vigentes.

**Artículo 155.** Los vehículos automotores que están registrados en el estado, deberán someterse obligatoriamente a verificación en las fechas que fije la Secretaria en los programas que para el efecto publicará.

**Vinculación con el proyecto:** *Los vehículos empleados durante el desarrollo del proyecto deben contar mantenimiento periódico.*

## **C. Reglamento de la Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos**

**Artículo 46.** Los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos deberán:

- I. Identificar y clasificar los residuos peligrosos que generen.
- II. Manejar separadamente los residuos peligrosos y no mezclar aquéllos que sean incompatibles ni con residuos peligrosos reciclables.
- III. Envasar los residuos peligrosos generados de acuerdo con su estado físico.
- IV. Marcar o etiquetar los envases que contienen residuos peligrosos.
- V. Almacenar adecuadamente, conforme a su categoría de generación los Residuos Peligrosos.
- VI. Transportar sus residuos peligrosos a través de personas que la Secretaría autorice.

- VII. Llevar a cabo el manejo integral correspondiente a sus residuos peligrosos.
- VIII. Elaborar y presentar a la Secretaría los avisos de cierre de sus instalaciones.

**Vinculación con el proyecto:** *En el caso de que llegara a producirse este tipo de residuos se deberá cumplir con lo anteriormente señalado; se deben manejar los residuos peligrosos generados en el área del proyecto en tambores metálicos y de manera separada, y posteriormente se deberán enviar a disposición final. Los servicios de transporte y disposición final deberán contemplarse mediante empresas autorizadas.*

#### **D. Reglamento de LGEEPA en Materia de Prevención y Control de la Contaminación a la Atmósfera**

**Artículo 13.** Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:

La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país, y las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas o controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

**Artículo 16.** Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera que se generen por fuentes fijas, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión e inmisión, por contaminantes y por fuentes de contaminación que se establezcan en las normas técnicas ecológicas...

**Artículo 28.** Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera que se generen por fuentes móviles, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que expida la Secretaría...

**Vinculación con el proyecto:** *Se solicitará que los vehículos cuenten con mantenimientos periódicos, debido a que el proyecto no es de gran magnitud y los vehículos a utilizar serán muy pocos, no se presentará impactos significativos a la atmósfera.*

#### **E. Reglamento para la protección del ambiente contra la contaminación originada por la emisión de ruido**

**Artículo 32.** Cuando por cualquier circunstancia los vehículos automotores rebasen los niveles máximos permisibles de emisión de ruido, el responsable deberá adoptar de inmediato las medidas necesarias, con el objeto de que el vehículo se ajuste a los niveles adecuados.

**Vinculación con el proyecto:** *Al emplearse maquinaria pesada los niveles de ruido en ciertas áreas podrían rebasarse conforme a la norma; por lo que todo el personal de la empresa que efectúe los trabajos de campo deberá contar con equipo de protección auditiva y observar las disposiciones de seguridad.*

## F. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

**Artículo 151.** Se prohíbe depositar, en los cuerpos receptores..., basura, materiales, ... y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos...

**Vinculación con el proyecto:** Durante las actividades del proyecto se implementará una supervisión permanente para evitar la contaminación del suelo y el manto freático con residuos de cualquier tipo. Para evitar lo anterior, el proyecto plantea la aplicación de procedimientos de manejo y disposición de residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos.

### 3.5 Normas Oficiales Mexicanas

A continuación se realiza un análisis de la normatividad ambiental que incide directamente sobre el proyecto también se indica las actividades de prevención y atenuación según lo especificado por la norma:

**Tabla 3. 8.** Vinculación con las Normas en materia de residuos peligrosos.

| NORMA                        | REGULACIÓN   | VINCULACIÓN CON EL PROYECTO   |
|------------------------------|--|---|
| <b>NOM-052-SEMARNAT-2005</b> | Que establece las características de los residuos peligrosos y el listado de los mismos y los límites que hacen un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente            | Los residuos peligrosos que se generen durante las actividades del proyecto serán identificados, controlados y manejados conforme a las especificaciones de estas normas y del Reglamento de la LGPGIR.<br>Estos residuos serán separados y retirados del sitio.  |
| <b>NOM-054-SEMARNAT-1993</b> | Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993 | Los residuos peligrosos que se generen durante las actividades del proyecto serán identificados, controlados y manejados conforme a las especificaciones de estas normas y del Reglamento de la LGPGIR.<br>En especial es relevante verificar el cumplimiento de la NOM-054-SEMARNAT-1993 para determinar las incompatibilidades de los residuos almacenados en el área de sólidos, para garantizar un adecuado manejo de los mismos dentro del predio.<br>Las normas mencionadas son los instrumentos normativos que regirán durante todas las etapas del proyecto, por lo que se considera el cumplimiento puntual de las mismas por parte de la empresa. |

**Tabla 3. 9.** Vinculación con las Normas en materia de Emisiones a la atmósfera (Rubros de Aire y Ruido).

| NORMA                         | REGULACIÓN  | VINCULACIÓN CON EL PROYECTO  |
|-------------------------------|---|--|
| <b>NOM-041-SEMARNAT-2006</b>  | Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.  | <i>Las camionetas utilizadas en obra contarán con mantenimiento periódico. Esta norma no es aplicable a la maquinaria, aunque se verificará que la maquinaria cuente con mantenimiento periódico. Se establecerá que los vehículos que laboren dentro del proyecto, presenten buenas condiciones mecánicas y de afinación para minimizar la emisión de gases a la atmosfera.</i> |
| <b>NOM-044-SEMARNAT-2006</b>  | Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores. | <i>Se establecerá que los vehículos que laboren dentro del proyecto, presenten buenas condiciones mecánicas y de afinación para minimizar la emisión de gases a la atmosfera.</i>  |
| <b>NOM-045-SEMARNAT-2006.</b> | Esta Norma establece los niveles máximos permisibles de capacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible y es de observancia obligatoria para los responsables de los centros de verificación vehicular, así  | <i>Los vehículos utilitarios y la maquinaria que se utilizará durante el desarrollo del proyecto deberán contar con el mantenimiento periódico requerido para evitar el desajuste de la alimentación del combustible al motor, entre otros aspectos, necesario para prevenir y controlar las emisiones de opacidad del humo.</i>   |

| NORMA                         | REGULACIÓN  | VINCULACIÓN CON EL PROYECTO   |
|-------------------------------|---|---|
|                               | como para los responsables de los citados vehículos.  |   |
| <b>NOM-080-SEMARNAT-1994.</b> | Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición. | <i>Las camionetas utilizados en obra serán objeto de mantenimiento mayor periódicamente, mantenimiento que incluya el ajuste o cambio de piezas sueltas u obsoletas, para minimizar la generación de ruido durante su operación. Esta norma no es aplicable a la maquinaria que se utilizará en la operación (equipo pesado).</i> |

**Tabla 3. 10.** Vinculación con las Normas en materia de Flora y Fauna.

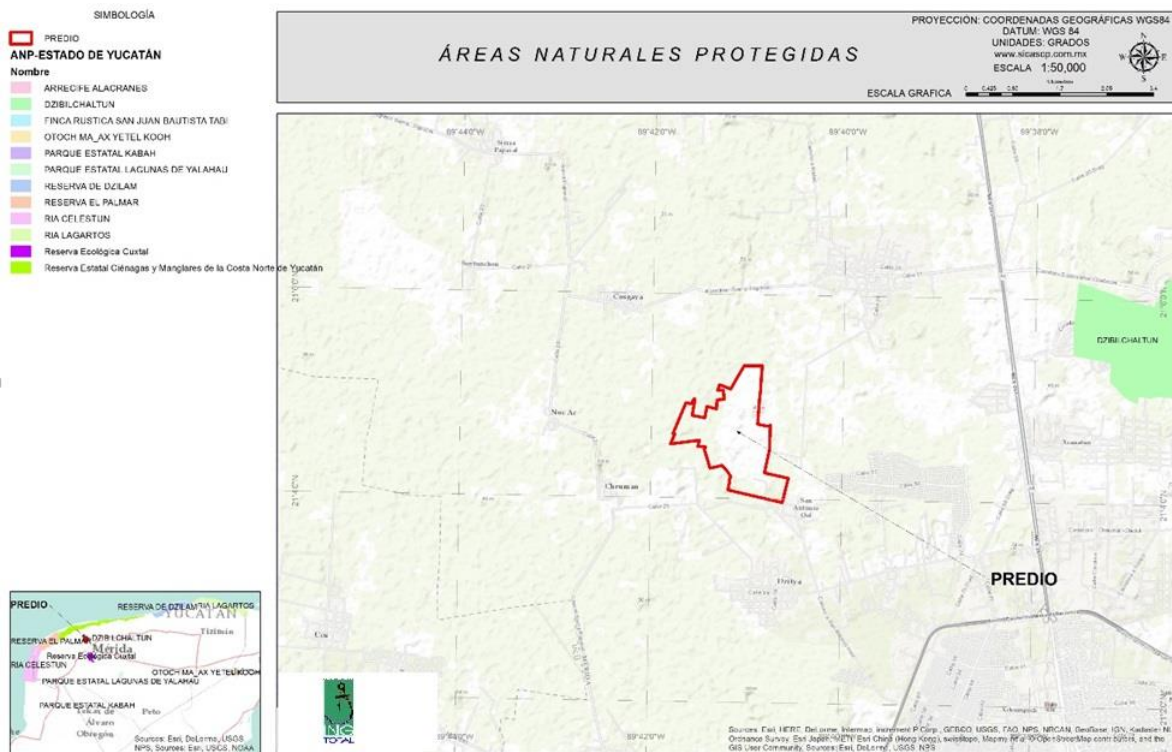
| NORMA                         | REGULACIÓN   | VINCULACIÓN CON EL PROYECTO   |
|-------------------------------|--|---|
| <b>NOM-059-SEMARNAT-2010.</b> | Protección ambiental- Especies nativas de México de flora y fauna silvestres- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. | <i>Durante el desarrollo del proyecto se afectarán exclusivamente las superficies previstas y manifestadas en el presente estudio. En el área de estudio únicamente se encontraron dos especies de fauna silvestre (C. similis y V. pallens), tal como fue manifestada en el Capítulo IV de estudio técnico.</i><br><br><i>En relación a la fauna existente en la zona esta no se verá afectada por el desarrollo del proyecto, toda vez que debido a las características del tipo de fauna presente esta se podrá desplazar hacia otros sitios menos impactados. De todas formas el proyecto tiene planteado la aplicación de un Programa de acción para protección de la fauna silvestre (Ver <b>Anexo 7</b> de este estudio). Con base a lo anterior se puede indicar que dicha especie catalogada en la NOM-059 serán vigiladas sean afectadas en lo mínimo posible en las distintas etapas del proyecto.</i> |

### 3.6 Decretos y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas

- **ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DECRETADAS Y OTRAS ÁREAS DE IMPORTANCIA BIOLÓGICA A CONSIDERAR.**

**Áreas Naturales Protegidas (ANP's).** Éstas son porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado y que producen beneficios ecológicos cada vez más reconocidos y valorados. Se crean mediante un decreto presidencial y las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas se establecen de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, el programa de manejo y los programas de ordenamiento ecológico. El proyecto se

ubica totalmente fuera de cualquier área natural protegida, tal como se puede observar en la **Figura 3.4.**



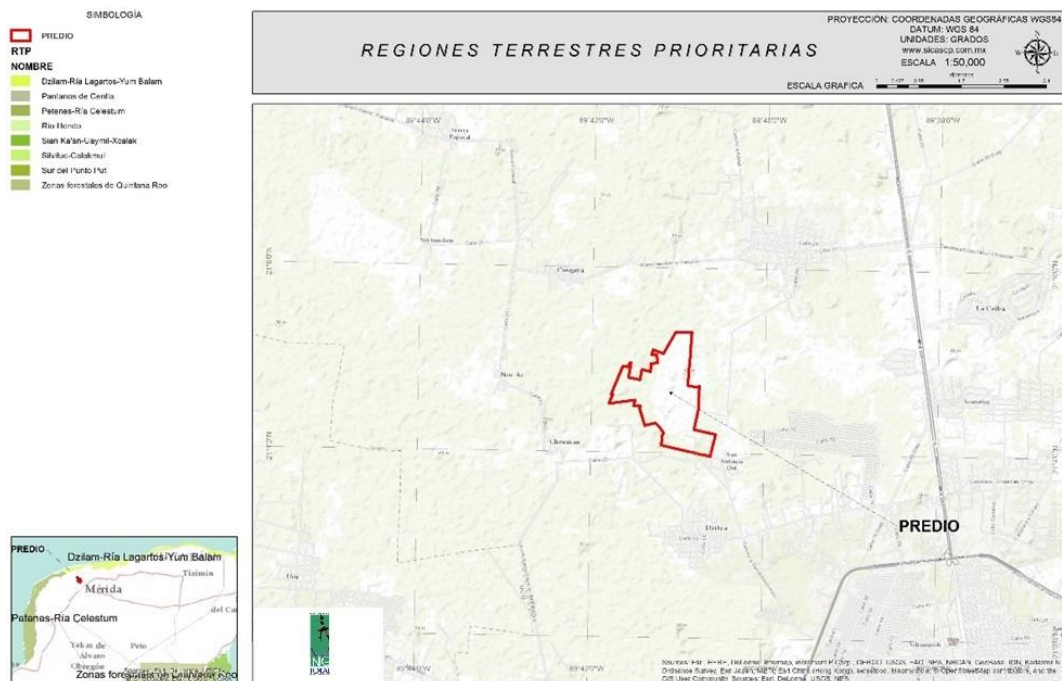
**Figura 3. 4.** Acercamiento de la zona del proyecto en relación con las ANP.

**Vinculación con el proyecto.** *El área del proyecto no se ubica en alguna área natural protegida en el estado de Yucatán.*

Con base en lo anterior es importante mencionar que el proyecto no alterará, ni modificará ninguna de las características de las áreas naturales protegidas federales o estatales declaradas en el estado de Yucatán.

**Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).** Las RTP, corresponden a unidades físico-temporales estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica, y una presencia de especies endémicas comparativamente mayor que en el resto del país; así como por una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación. A continuación se presenta un análisis de la ubicación del proyecto con respecto a las regiones terrestres prioritarias.

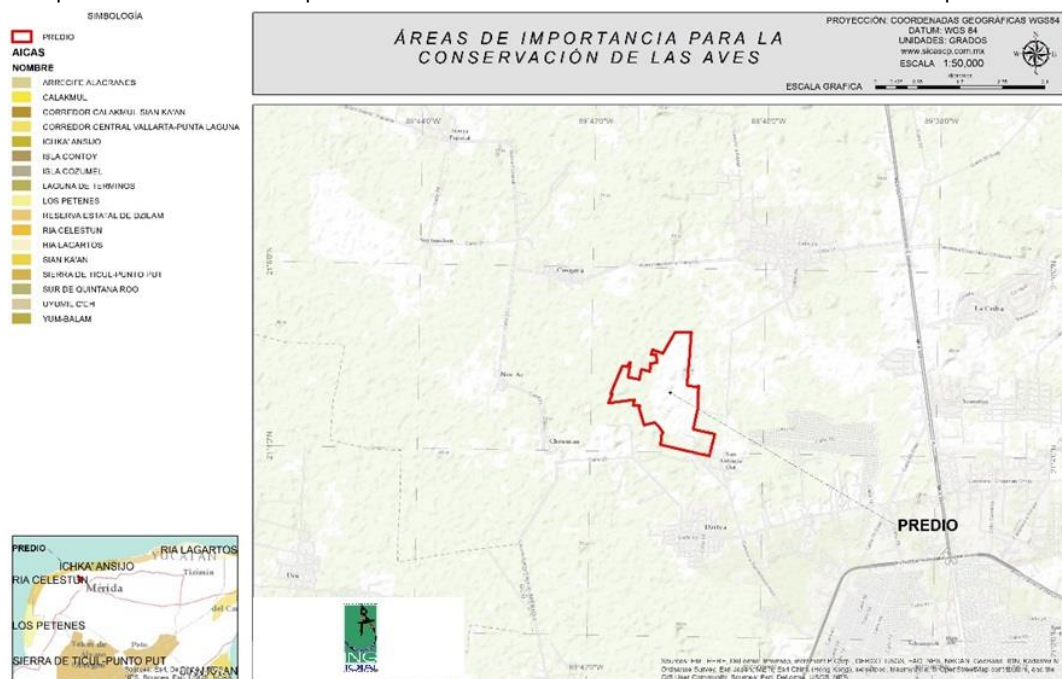




**Figura 3. 5.** Ubicación del proyecto en relación a las Regiones Terrestres Prioritarias.

**Vinculación con el proyecto.** Como se puede observar en la figura anterior, el proyecto no se encuentra inmerso dentro de alguna RTP.

**Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).** Estas áreas son congruentes con la delimitación biogeográfica presente en todo el país, en la que se representan unidades básicas de clasificación, constituidas por áreas que albergan grupos de especies con un origen común y patrones similares de fisiografía, clima, suelo y fisonomía de la vegetación. En la **Figura 3.6** se puede observar que el área de estudio se encuentra de cualquier AICA.



**Figura 3. 6.** Ubicación del proyecto en relación a las Áreas de importancia para la conservación de las aves.

**Vinculación con el proyecto.** Con base en lo anteriormente mencionado se prevé que los impactos a la avifauna sean mínimos. Además de que el proyecto está fuera de cualquier AICA.

Se puede indicar que el desarrollo del presente proyecto es congruente con el ambiente.

**Región Hidrológica Prioritaria (RHP).** La RHP 102 Anillo de Cenotes (**Figura 3.7**) es donde se encuentra inmerso el proyecto. Esta región presenta una extensión de 16,214.82 km<sup>2</sup>, su ubicación del polígono esta dado con las siguientes coordenadas: Latitud 21°37'48" - 19°48'36" N, se Longitud 90°29'24" - 87°15'36" W.

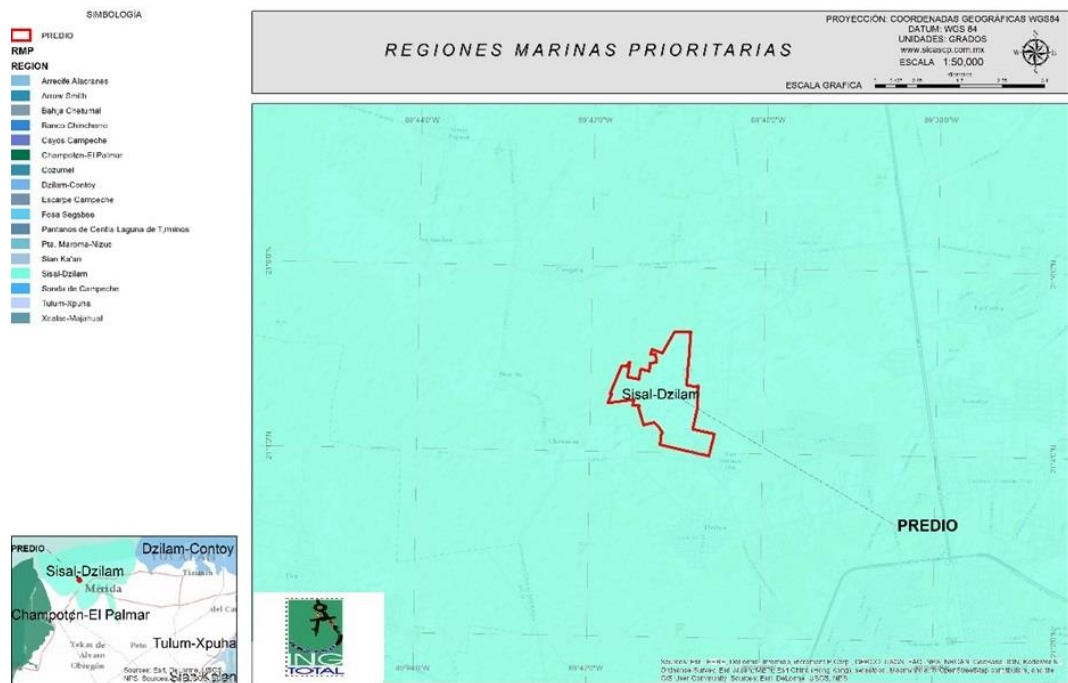
La RHP No. 102 Anillo de cenotes presenta una biodiversidad de vegetación de dunas costeras, manglar, tular, carrizal, tasistales, vegetación riparia, palmar inundable, matorral espinoso inundable, selva mediana subcaducifolia, petenes, selva baja caducifolia, selva baja inundable, sabana, pastizal halófilo, cultivado y natural. La diversidad de hábitats: dunas costeras, lagunas costeras, áreas palustres, cenotes, petenes. Bajo este contexto, el proyecto ha diseñado una serie de acciones orientadas a mantener áreas de recarga del acuífero, en este caso un área el amortiguamiento que representa el 52.6% del proyecto.



**Figura 3. 7.** Ubicación del proyecto en relación a las Regiones hidrológicas prioritarias.

**Vinculación con el proyecto.** A pesar de que el predio se encuentra en la región RHP 102. Anillo de Cenote que es una región en donde abundan los cenotes. Se aplicaran procedimientos para el buen manejo y disposición de residuos que se generen en los frentes de trabajo. De acuerdo a lo anterior se puede indicar que la realización del proyecto no afectará grandemente esta RHP, y es congruente y viable su desarrollo.

**Regiones Marinas Prioritarias (RMP).** Estas regiones se crearon considerando criterios ambientales (integridad ecológica, endemismo, riqueza, procesos oceánicos, etc.), económicos (especies de importancia comercial, zonas pesqueras y turísticas importantes, recursos estratégicos, etc.) y de amenazas (contaminación, modificación del entorno, efectos a distancia, especies introducidas, etc.).



**Figura 3. 8.** Ubicación del proyecto en relación a las Regiones Marinas Prioritarias.

Como se puede observar en la figura anterior el proyecto se encuentra en la **RMP 61. Sisal-Dzilam**. Esta RMP abarca al estado de Yucatán y se ubica en las coordenadas geográficas Latitud 21°40'48" a 20°28'12" y Longitud 90°21' a 88°26'24" con una extensión de 10 646 km². Esta región es una zona costera con dunas y petenes.

La biodiversidad está compuesta por moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, tortugas, peces, aves, mamíferos marinos, manglares, vegetación costera. Hay endemismo de plantas fanerógamas, peces y moluscos (*Melongena* spp). Es zona de anidación de aves, de alimentación para tortugas (caguama *Caretta caretta*) y manatí, de crianza, refugio y reproducción para peces (*Rachycentron canadus*, *Lutjanus campechanus*), cocodrilos y cacerolita.

**Vinculación con el proyecto.** A pesar de que el proyecto se encuentra inmerso dentro del RMP antes señalada no las afectará, ya que dichas especies tanto de flora como de fauna mencionadas se encuentran estrechamente relacionadas al mar y a cuerpos de agua. Por lo que se puede indicar que el proyecto en sí no afectara a los organismos protegidos y contemplados dentro de esta región. Por todo lo anterior se puede indicar que el desarrollo del presente proyecto es totalmente congruente con el ambiente.

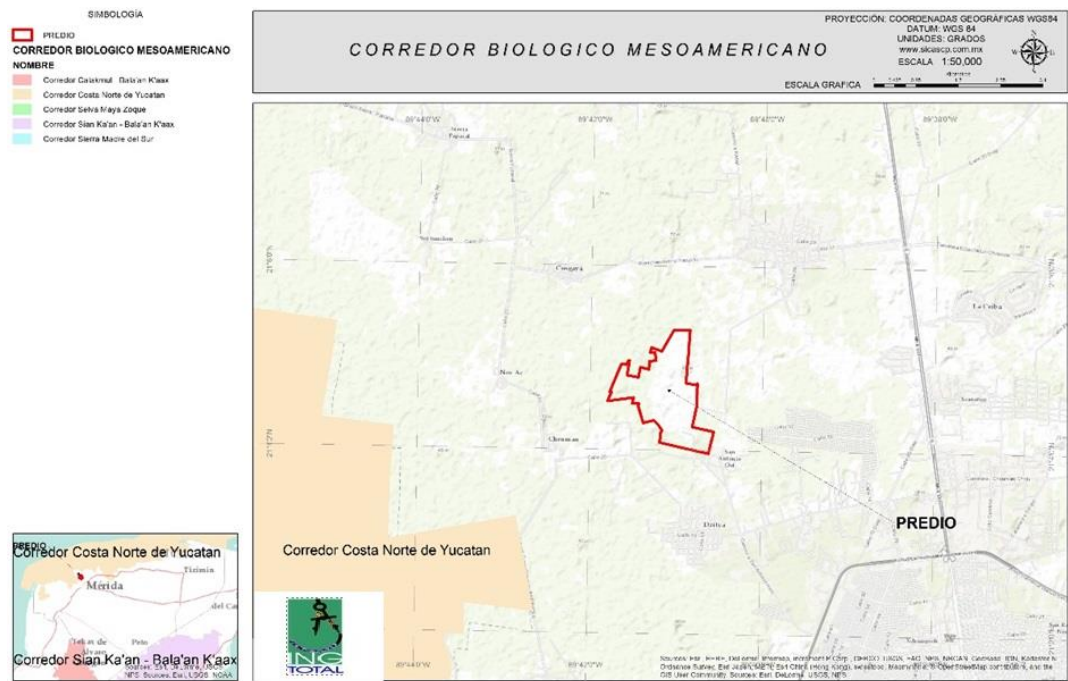


**Corredor Biológico Mesoamericano** El proyecto Corredor Biológico Mesoamericano (CBM) procura la unión de los ecosistemas de Norteamérica con los de Sudamérica a través del Istmo Centroamericano, uniendo ecosistemas naturales y poco alterados, así como, áreas con uso sustentable de los recursos naturales. El Corredor involucra a México, Guatemala, Belice, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, y Panamá, y tiene su sede en la ciudad de Managua, Nicaragua.

En México, el proyecto contempla 5 corredores biológicos entre los que figuran: Selva Maya Zoque (Norte de Chiapas), Sierra Madre del Sur (Sur de Chiapas), Calakmul – Bala'an K'aax (Campeche), Sian Ka'an - Bala'an K'aax (Quintana Roo) y Costa Norte de Yucatán (Yucatán).

El objetivo del CBM en México es fortalecer las capacidades locales en el uso sustentable de los recursos naturales y promover la conservación de los mismos para que las futuras generaciones puedan aprovecharlos.

También, el objetivo del proyecto es servir como instrumento para que los recursos del gobierno apoyen a las comunidades y a la conservación de la biodiversidad.



**Figura 3. 9.** Ubicación del proyecto en relación al Corredor Costa Norte de Yucatán.

**Vinculación con el proyecto.** *El proyecto está fuera de algún CBM. No obstante, el proyecto contempla un área de amortiguamiento que representa un 52.6% del proyecto.*

En resumen se presenta la siguiente tabla de cumplimiento:

**Tabla 3. 11.** Vinculación del proyecto con las ANP, RTP, AICAS, RMP, RHP y Corredor Biológico Mesoamericano.

| REGIONES  | AFECTA O ESTÁ DENTRO  | CUMPLIMIENTO     |
|---|---|------------------|
| Áreas Naturales Protegidas (ANP's)                            | No está dentro de algún área protegida  | <b>SI CUMPLE</b> |
| Regiones Terrestres Prioritarias                              | No está dentro de algún RTP   | <b>SI CUMPLE</b> |
| Áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAS) | No está dentro de algún AICA  | <b>SI CUMPLE</b> |
| Regiones Marinas Prioritarias                                 | Se encuentra inmerso dentro del RMP 61; pero, cuenta con actividades para reducir los impactos posibles.  | <b>SI CUMPLE</b> |
| Región Hidrológica Prioritaria                                | Se encuentra inmerso dentro del RHP 102; pero, cuenta con actividades para reducir los impactos posibles. | <b>SI CUMPLE</b> |
| Corredor Biológico Mesoamericano                              | No está dentro de algún CBM.  | <b>SI CUMPLE</b> |

### 3.7 Bandos y reglamentos municipales

El proyecto no corresponde a un proyecto de construcción, no obstante, el documento regulador corresponde al PDU de Mérida, el proyecto es congruente con lo establecido con el PDU.

## CONTENIDO

### 4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO .....4

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 4.1     | Delimitación del Polígono del Proyecto .....           | 4  |
| 4.2     | Caracterización y análisis del sistema ambiental ..... | 9  |
| 4.1.1   | Aspectos abióticos .....                               | 9  |
| 4.1.1.1 | Clima .....  | 9  |
| 4.1.1.2 | Geología y geomorfología .....                         | 16 |
| 4.1.1.3 | Suelos .....   | 20 |
| 4.1.1.4 | Hidrología superficial y subterránea .....             | 22 |
| 4.1.2   | Aspectos bióticos .....                                | 26 |
| 4.1.2.1 | Vegetación terrestre .....                             | 26 |
| 4.1.2.2 | Fauna terrestre .....                                  | 42 |
| 4.1.3   | Paisaje .....  | 57 |
| 4.1.4   | Medio socioeconómico .....                             | 59 |
| 4.1.5   | Diagnóstico ambiental .....                            | 64 |

## TABLAS

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| Tabla 4. 1  | Temperaturas promedio mensuales en las estaciones meteorológica de Mérida, cercanas al área del proyecto (en ° C).....             | 10 |
| Tabla 4. 2  | Precipitación pluvial promedio mensual, en mm.....   | 10 |
| Tabla 4. 3  | Fenómenos hidrometeorológicos registrados durante el 2009 en el atlántico.....   | 14 |
| Tabla 4. 4  | Huracanes más intenso que han afectado la Península de Yucatán.....  | 15 |
| Tabla 4. 5  | Características fisicoquímicas de litosoles y rendzinas (Duch, 1988). ....   | 22 |
| Tabla 4. 6  | Valores de los parámetros químicos para el municipio de Mérida.....  | 25 |
| Tabla 4. 7  | Coordenadas centrales de cuadrantes.....   | 31 |
| Tabla 4. 8  | Especies registradas en los sitios de muestreo.....  | 33 |
| Tabla 4. 9  | Estimación del VIR de las especies registradas.....  | 37 |
| Tabla 4. 10 | Estimación del Índice de Shannon-Wiener (H') de las especies registradas en el predio bajo estudio.....                            | 39 |
| Tabla 4. 11 | Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad.....  | 41 |
| Tabla 4. 12 | Comparativo de la fauna silvestre nacional y regional.....   | 43 |
| Tabla 4. 13 | Anfibios y reptiles de la Península de Yucatán. Tomado de Lee, 1996.....   | 43 |
| Tabla 4. 14 | Ordenes presentes en el Estado de Yucatán.....   | 44 |
| Tabla 4. 15 | Coordenadas de los puntos de inicio y fin de cada transecto establecido para el muestreo.....                                      | 48 |
| Tabla 4. 16 | Coordenadas de los puntos de muestreo establecidos para el grupo de aves.....  | 48 |
| Tabla 4. 17 | Número de especies verificadas en el sitio de estudio, número de especies endémicas y catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010..... | 51 |
| Tabla 4. 18 | Abundancias totales, frecuencia de aparición y densidad de las especies de reptiles verificadas al interior de los transectos..... | 52 |
| Tabla 4. 19 | Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los reptiles del predio bajo estudio.....   | 53 |
| Tabla 4. 20 | Abundancias totales, densidad de las especies de aves verificadas al interior de los puntos de conteo.....                         | 54 |

|   |    |
|---|----|
| Tabla 4. 21 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de las aves del predio bajo estudio.....      | 55 |
| Tabla 4. 22 Abundancias, frecuencias y densidades de las especies de mamíferos medianos observados al interior de los transectos.....         | 56 |
| Tabla 4. 23 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los mamíferos del predio bajo estudio..... | 56 |
| Tabla 4. 24 Paisaje en el área del estudio.....   | 58 |
| Tabla 4. 25 Servicios de salud en los municipios.....   | 60 |
| Tabla 4. 26 Niveles escolares presentes en el municipio.....  | 61 |
| Tabla 4. 27 Indicadores educativos en los Municipios.....   | 61 |
| Tabla 4. 28 Servicios públicos disponibles en el área del proyecto.....   | 61 |
| Tabla 4. 29 Grupos étnicos de los municipios involucrados.....  | 62 |
| Tabla 4. 30 Índice de pobreza del municipio.....  | 62 |
| Tabla 4. 31 Aspectos económicos mínimos a considerar.....   | 63 |
| Tabla 4. 32 Distribución de las actividades económicas por sector productivo en el municipio.....   | 63 |

**FIGURAS**

|   |    |
|---|----|
| Figura 4. 1 Ubicación del proyecto con respecto a las capas temáticas antes mencionadas.....  | 6  |
| Figura 4. 2 Delimitación del sistema ambiental (SA) y del área de influencia (AI).....  | 7  |
| Figura 4. 3 Tipos de clima en el SA y en el AI.....   | 9  |
| Figura 4. 4 Evapotranspiración en la zona del proyecto.....   | 12 |
| Figura 4. 5 Incidencia de huracanes en el área del proyecto.....  | 16 |
| Figura 4. 6 Geomorfología en el sistema ambiental y área de influencia.....   | 18 |
| Figura 4. 7 Geomorfología (periodo) en el sistema ambiental y área de influencia.....   | 18 |
| Figura 4. 8 Plano de hipsometría en la Península de Yucatán.....  | 19 |
| Figura 4. 9 Ubicación de un plano de fallas y fracturas con datos vectoriales del INEGI.....  | 20 |
| Figura 4. 10 Tipos de suelo en el SA y AI.....  | 22 |
| Figura 4. 11 Plano de hidrografía en el área del proyecto con fuentes del INEGI y SEDUMA.....   | 23 |
| Figura 4. 12 Geohidrología en el SA y AI.....   | 24 |
| Figura 4. 13 Tipo de vegetación en el SA y AI según la Carta de Uso de Suelo y Vegetación INEGI serie V.....  | 26 |
| Figura 4. 14 Ubicación de los sitios de muestreo.....   | 32 |
| Figura 4. 15 Ubicación de los transectos lineales que se tomaron de base para el monitoreo de la fauna silvestre, así como los puntos de conteo de aves realizados en el muestreo de campo..... | 48 |

**FOTOGRAFÍAS**

|   |    |
|---|----|
| Fotografía 4. 1 Material pétreo siendo aprovechado en el estrato seco.....  | 27 |
| Fotografía 4. 2 Vista del predio bajo estudio en donde se puede notar la nula presencia de vegetación.....        | 28 |
| Fotografía 4. 3 Crecimiento de vegetación herbácea-arbustiva en un montículo de material de despalme.....         | 28 |
| Fotografía 4. 4 Panorama de la vegetación predominantemente herbácea presente dentro del predio bajo estudio..... | 29 |
| Fotografía 4. 5 Vista del área de estudio en donde se puede notar la ausencia de vegetación como tal.....         | 29 |
| Fotografía 4. 6 Panorama de la vegetación herbácea-arbustiva presente dentro del predio bajo estudio.....         | 30 |
| Fotografía 4. 7 Registro de datos en el polígono bajo estudio.....  | 30 |

**GRÁFICOS**

Gráfico 4. 1 Comportamiento mensual promedio de la humedad relativa en el área del proyecto..... 11

Gráfico 4. 2 Familias más representadas en el área de estudio según el número de especies.....35

Gráfico 4. 3 Valores de VIR de las especies registradas dentro del área de estudio. .... 39

Gráfico 4. 4 Representatividad de los grupos faunísticos. .... 51



## 4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

Un sistema es el asiento de un conjunto de elementos que pueden agruparse, en principio, con un cierto número de componentes, que se determinan como *subsistemas*, y que varían según la naturaleza del sistema. En nuestro caso el sistema ambiental (SA) agrupara de manera integral los elementos del medio físico, biótico, social, económico y cultural, así como los diferentes usos de suelo y del agua que hay en el área de estudio.

### 4.1 Delimitación del área de estudio

Para poder determinar estos impactos, su generación y repercusiones posteriores, fue necesario determinar un área elemental que pueda ser evaluada, para ello se desarrolló un análisis de las condiciones abióticas y bióticas (aspecto ecológico) del área de influencia (AI) y del SA de estudio en el cual se encuentra inmerso el proyecto.

El aspecto ecológico del medio ambiente se circunscribe a la flora, fauna, agua, tierra y aire, siendo sólo una parte del medio ambiente, por lo que debe tenerse especial atención en tomar en cuenta la totalidad de los impactos. Ante esta situación se describirá y analizará de manera integral el Área de Influencia (AI) y el Sistema Ambiental (SA) de estudio, en el que se encuentra el Proyecto. En primera instancia, como ya se mencionó, se delimitó el área de estudio sobre la base de una serie de criterios técnicos, normativos y de planeación, tomando como base los siguientes atributos, entre los que se encuentran las siguientes:

- Dimensiones del proyecto.
- Ubicación.
- UGA del POETY
- Unidades Climáticas.
- Unidades Edafológicas.
- Sistema de Topoformas.
- Hidrología Superficial.
- Uso desuelo y Vegetación.
- Áreas Naturales Protegidas.

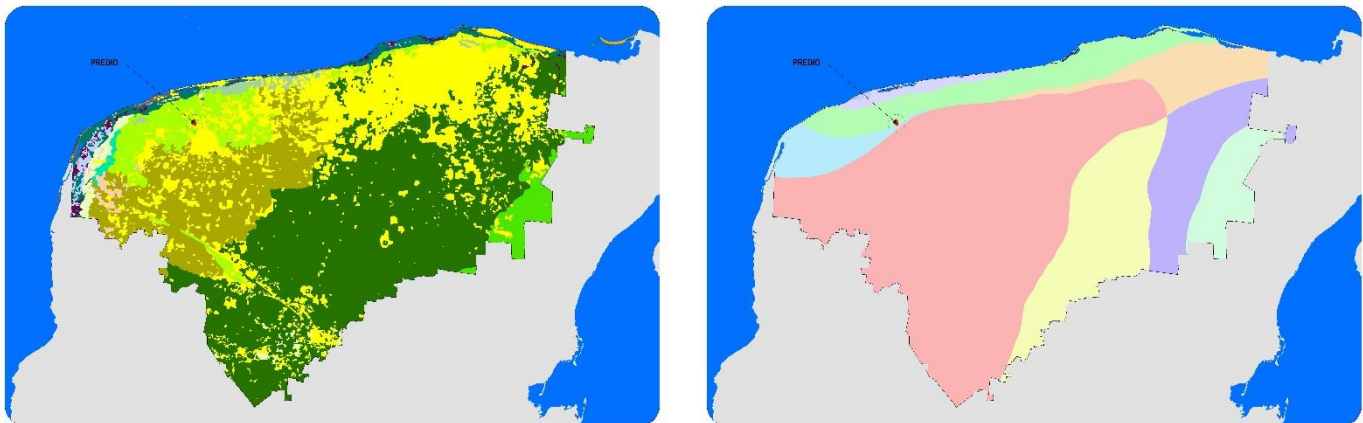
El sitio de estudio se ubica en la región norte del estado de Yucatán. Por lo que el proyecto se emplazara dentro del municipio de Mérida.

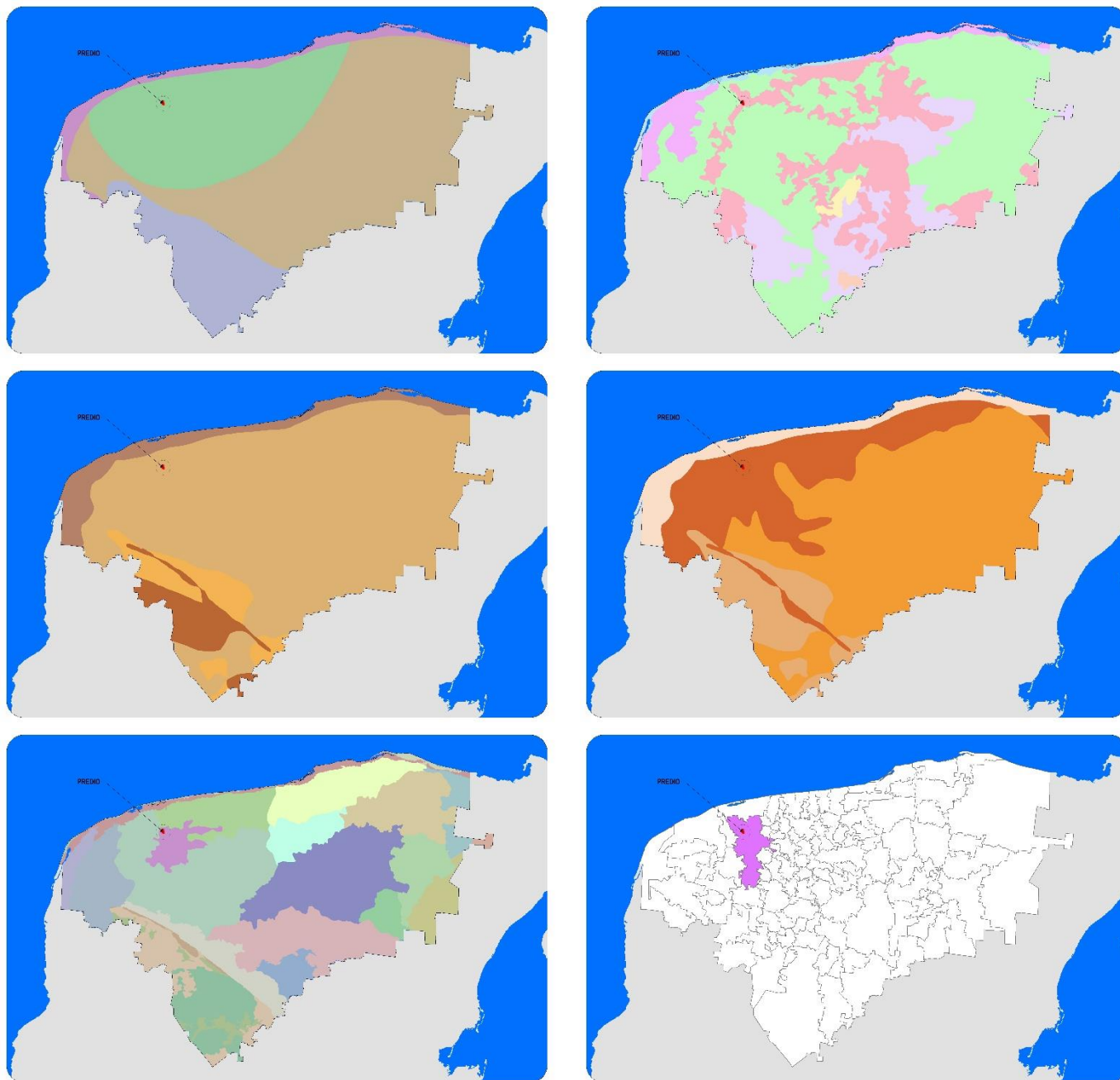
## DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL POLÍGONO DEL PROYECTO

Una vez determinado técnicamente los atributos para la delimitación del AI y el SA se sobrepusieron todas las capas temáticas para su mejor acotamiento en el programa ArcMap 10.0 y utilizando la información de las capas o shapes obtenidas de la Bitácora Ambiental en el portal de la SEDUMA y del portal del INEGI, esto se realizó con el objetivo de poder determinar en base a los criterios anteriormente enlistados y los recorridos de campo, las áreas y temas que deben de quedar incluidas y excluidas para la delimitación de las mismas. Una vez analizados todos los atributos se procedió a definir el AI y el SA, para ello se observó que todos los atributos físicos y biológicos sobrepasaban el predio, perdiéndose la posibilidad de realizar una evaluación objetiva tal como se observa en la secuencia de la **Figura 4.1**: Ubicación con respecto al municipio de Mérida, unidad de gestión ambiental, clima, geomorfología, suelos, geohidrología y tipo de vegetación, en cuanto a la UGA, ésta también es demasiado extensa y no se consideró para la delimitación, por tal motivo se procedió a obtener las áreas de afectación directa con respecto a los impactos (ruido, emisiones, dimensiones del proyecto, alcances socioeconómicos, entre otros, por lo que el sistema ambiental definido como se muestra en la **Figura 4.2**.

Las afectaciones directas están dentro del área de operación y en los límites inmediatos a ésta, dentro de lo que fue delimitado como el Área de Influencia. Es importante mencionar que las afectaciones directas involucran de cierta forma más de 500 metros a los alrededores del predio, debido a que durante el desarrollo del proyecto habrá maquinaria cuyas afectaciones rebasarán más allá de los límites directos. Habrá otros impactos que tendrán mayor alcance, primero debido al movimiento de vehículos y en segundo por personal que labore durante las primeras etapas del proyecto. Cabe señalar que el Sistema Ambiental se definió en base al segundo punto, en relación a los poblados más cercanos los cuales podrán verse beneficiados.

Las afectaciones se describen de la siguiente manera (**Figura 4.2**):





**Figura 4. 1** Ubicación del proyecto con respecto a las capas temáticas antes mencionadas.



En el caso de la etapa de operación que en aproximadamente 500 m a la redonda se podrá ocasionar afectación por el ruido de los camiones y maquinaria que accedan al predio, sin embargo la población más cercana se encuentra a más de 1,000 m de distancia y dentro del predio no hay viviendas.

Se delimita una afectación visual dentro de los 250 m, esto porque en algunas ocasiones por el cambio de horario tiende a anochecer más temprano, y por lo tanto se encenderán las luces de algunos vehículos que transitan por el área del proyecto, impactando negativamente a la fauna silvestre. Algunos animales tienden a alejarse de las luces artificiales (carnívoros, venados y mamíferos medianos), mientras que otros pueden ser atraídos por las luces (tapacaminos, insectos, entre otros).

Se determinó un radio de 80 m para esta afectación, en la cual la fauna presente en el predio es la que podría ver afectada de manera directa, teniendo que desplazarse hacia otras áreas más seguras, esto para el caso de algunos mamíferos, quizás otros se vean más beneficiadas por restos orgánicos que pudiesen generarse por la presencia de los trabajadores, lo que podría ocasionar atropellamientos. Por otra parte será necesaria la vigilancia constante debido a que en el área del proyecto podría encontrarse fauna de uso común los cuales son

apreciados por la gente de la región, por lo que la vigilancia tendrá como objetivo primordial evitar la cacería de estas especies, así como la reubicación de otras especies de lento desplazamiento.

### **Afectación Física:**

La afectación física se estima sea a los 40 m tomado desde el área directa de afectación por la operación del proyecto y esto podría ser ocasionado por la presencia de trabajadores, por la producción y dispersión de basura física, como latas, vidrio, cascajo, llantas, y otros, que pueden favorecer a algunos animales, como roedores, insectos y lagartijas, lo que puede atraer fauna nociva.

### **Afectación por obras:**

Se calculó 10 m a partir de los límites solicitados, esto por las actividades directas del proyecto, sin embargo esto se podrá reducir con una adecuada supervisión ambiental.

## **DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL DEL PROYECTO**

Las afectaciones se describen de la siguiente manera:

La unidad de gestión ambiental donde se encuentra en proyecto, tiene descrita los atributos abióticos y bióticos de manera general y en un área muy extensa, de ella se obtuvieron las políticas de aprovechamiento, conservación, protección y restauración. Una vez analizados todos los atributos como ya se mencionó anteriormente, se procedió a definir el **Sistema Ambiental**, con base en las áreas de afectación indirecta con respecto a los impactos (ruido y socioeconómicos principalmente).

Las afectaciones directas e indirectas involucran de cierta forma un alcance mayor al área de influencia, debido a que durante la operación del proyecto habrá maquinaria cuyas afectaciones rebasarán más allá de los límites directos al trasladarse a poblados cercanos al área del proyecto, así como por los empleos que se generarán, es por esto que el sistema ambiental considera los poblados más cercanos al área del proyecto, estos son Komchén, Cosgaya, Cheumán y Dzityá.

### **Afectaciones Socioeconómicas**

Las principales afectaciones en el medio socioeconómico serán debido a la obtención de la mano de obra, en este caso provenientes del municipio de Mérida. Los cuales podrán verse beneficiados en la operativa.

Una vez analizados los puntos anteriores se determina técnicamente los atributos para la delimitación del Sistema Ambiental, para esto se sobrepusieron todas las capas temáticas para su mejor acotamiento en el programa ArcMap 10.0 y utilizando la información de las capas o shapes

obtenidas de la Bitácora Ambiental en el portal de la SEDUMA, esto se realizó con el objetivo de poder determinar con base en los criterios anteriormente enlistados y los recorridos de campo, las áreas y temas que deben de quedar incluidas y excluidas para la delimitación del Sistema Ambiental.

## 4.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

### 4.1.1 Aspectos abióticos

#### 4.1.1.1 Clima

- Tipo de clima

La clasificación climática de Köppen, se basa en las condiciones de temperatura (media anual, mes más frío, mes más cálido, oscilación de la temperatura) y precipitación pluvial (total anual, mes más seco, mes más húmedo, régimen de lluvias). Sin embargo a partir de 1964 Enriqueta García adaptó para las condiciones de México la clasificación mundial de Wilhelm Köppen. Ésta ha recibido el denominativo de sistema de Köppen modificado por García y ha sido usado oficialmente en el país, cuyos mapas a varias escalas han sido publicados por el actual INEGI y la CONABIO. Básicamente, el sistema modificado consiste en que a la clasificación original se adicionaron algunos parámetros que son muy importantes para diferenciar los climas en México, los que se organizaron en grupos, tipos, subtipos y variantes climáticas. En la siguiente figura se observa los diferentes tipos de clima que se distribuyen en el Estado de Yucatán, esta clasificación es tomada del INEGI.

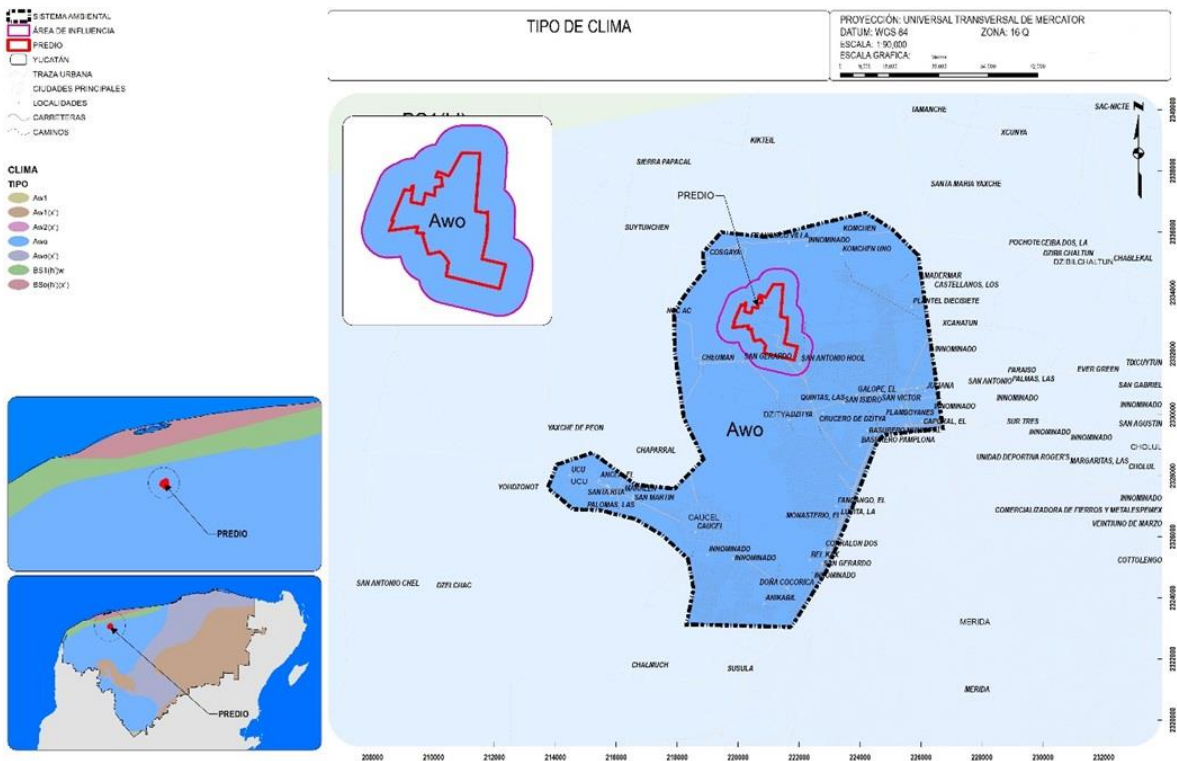


Figura 4. 3 Tipos de clima en el SA y en el AI.

Como se observa en la figura el tipo de clima que se presenta en el área de estudio es el tipo Aw0.

El tipo de clima Aw0 Cálido, el más seco de los subhúmedos, con lluvias en verano y porcentaje regular a bajo de lluvia invernal, con poca oscilación térmica y máximo de temperatura antes del solsticio de verano. Es el clima que ocupa la porción occidental del estado y en el que originalmente se distribuyó la selva más seca de la mediana caducifolia.

La época de nortes abarca desde los meses de octubre hasta febrero y se presenta principalmente en los meses de noviembre a febrero. Durante los meses de octubre, noviembre y diciembre es común el arribo de huracanes que se forman en la parte sur del mar Caribe y traen como consecuencia precipitaciones altas al mes de hasta 350 mm<sup>3</sup> y vientos con rachas de hasta 250 Km/hrs.

### Temperatura promedio

De acuerdo a las estaciones meteorológicas más cercanas al sitio de estudio, la temperatura media anual es de 25.1 °C, teniéndose que la temperatura máxima anual en el área es de 32.9 °C y la temperatura mínima anual es de 20.7 °C.

**Tabla 4. 1** Temperaturas promedio mensuales en las estaciones meteorológica de Mérida, cercanas al área del proyecto (en ° C).

| TEMPERATURA | MESES |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | ANUAL       |
|-------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|
|             | ENE   | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | NOV  | DIC  |             |
| MÁXIMA (°C) | 28.6  | 30.7 | 33   | 35   | 36.4 | 35.3 | 34.2 | 34.4 | 33.7 | 32.9 | 31.2 | 30   | <b>32.9</b> |
| MEDIA (°C)  | 20.7  | 22   | 23.6 | 26   | 27.5 | 27.5 | 27.3 | 27.6 | 26.4 | 25.8 | 24.3 | 22.7 | <b>25.1</b> |
| MÍNIMA (°C) | 17.2  | 18.2 | 19.3 | 21.1 | 22.3 | 22.9 | 22.4 | 22.4 | 22.3 | 21.7 | 19.8 | 18.9 | <b>20.7</b> |

### Precipitación promedio mensual, anual y extrema (mm).

La precipitación media anual para la zona del proyecto es de 985.8 mm, con una precipitación de hasta 182 mm en el mes (septiembre) más lluvioso y 20.7 mm en el mes (marzo) más seco.

**Tabla 4. 2** Precipitación pluvial promedio mensual, en mm.

| PRECIPITACIÓN | MESES |      |      |      |      |      |      |     |      |     |      |      | ANUAL        |
|---------------|-------|------|------|------|------|------|------|-----|------|-----|------|------|--------------|
|               | ENE   | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO | SEP  | OCT | NOV  | DIC  |              |
| MÁXIMA (mm)   | 178   | 122  | 130  | 115  | 255  | 349  | 397  | 331 | 474  | 309 | 200  | 214  | <b>1390</b>  |
| MEDIA (mm)    | 34.1  | 25.3 | 20.7 | 21.4 | 63.6 | 139  | 154  | 150 | 182  | 103 | 46.6 | 45.1 | <b>985.8</b> |
| MÍNIMA (mm)   | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 56.6 | 76.3 | 28  | 49.8 | 5.9 | 0.4  | 0    | <b>672</b>   |



Se puede considerar que la estación de lluvias abarca el mes de mayo hasta el mes de noviembre y por su parte la época de secas comienza en el mes de diciembre y termina en el mes de mayo. La época de sequía tiene una duración aproximada de 5 meses. Las lluvias ligeras son típicas de la temporada de nortes. En la zona de estudio el porcentaje de lluvia en verano va del 75 al 80%. El número de días con lluvia en promedio anualmente va de 73.3 a 89.5 días.

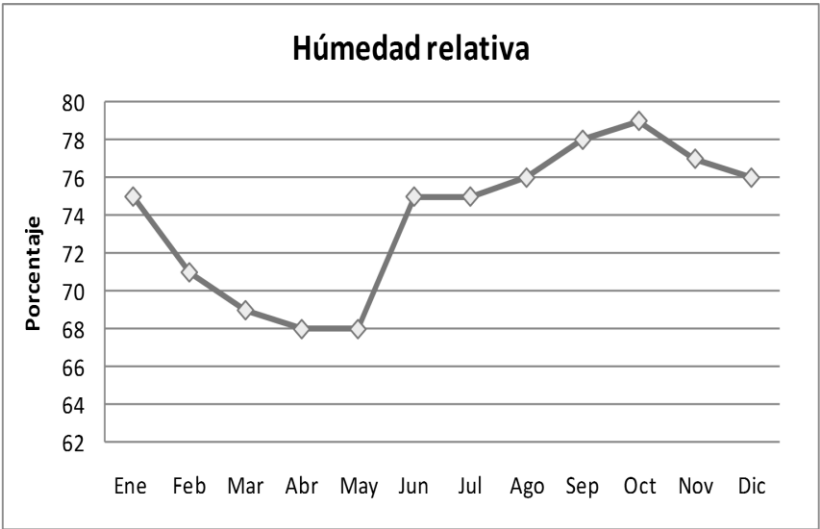
### Vientos alisios y ondas del este

Los vientos del este o alisios son desplazamientos de grandes masas de aire provenientes de la Celda Anticiclónica o de Alta Presión Bermuda-Azores, localizada en la posición centro-norte del océano atlántico. Estos vientos giran en el hemisferio norte en el sentido de las manecillas del reloj, por efecto del movimiento de rotación del planeta. Atraviesan la porción central del atlántico y el mar Caribe cargándose de humedad.

El sobrecalentamiento del mar en el verano ocasiona que estos vientos se saturen de nubosidad y se enfríen relativamente al chocar con los continentes por lo que provocan las lluvias de verano. Los vientos alisios penetran con fuerza en la península de Yucatán entre los meses de mayo a octubre y son el principal aporte de lluvia estival. A menudo las ondas del este, perturbaciones tropicales que viajan dentro de la corriente alisia, incrementan la nubosidad y la cantidad de lluvia.

### Humedad relativa y absoluta

Según los registros de la CNA la humedad relativa promedio de los últimos 20 años en la zona de estudio ha sido de 74%. Registrándose octubre como el mes más húmedo (79%), abril y mayo como los meses menos húmedos (68%). Por lo tanto, el mes de septiembre es en el que se registra la mayor incidencia pluvial promedio, y el mes de octubre en el que se ha registrado la mayor humedad relativa promedio. En el siguiente gráfico se muestra el comportamiento de la humedad relativa en el área.



**Gráfico 4. 1** Comportamiento mensual promedio de la humedad relativa en el área del proyecto



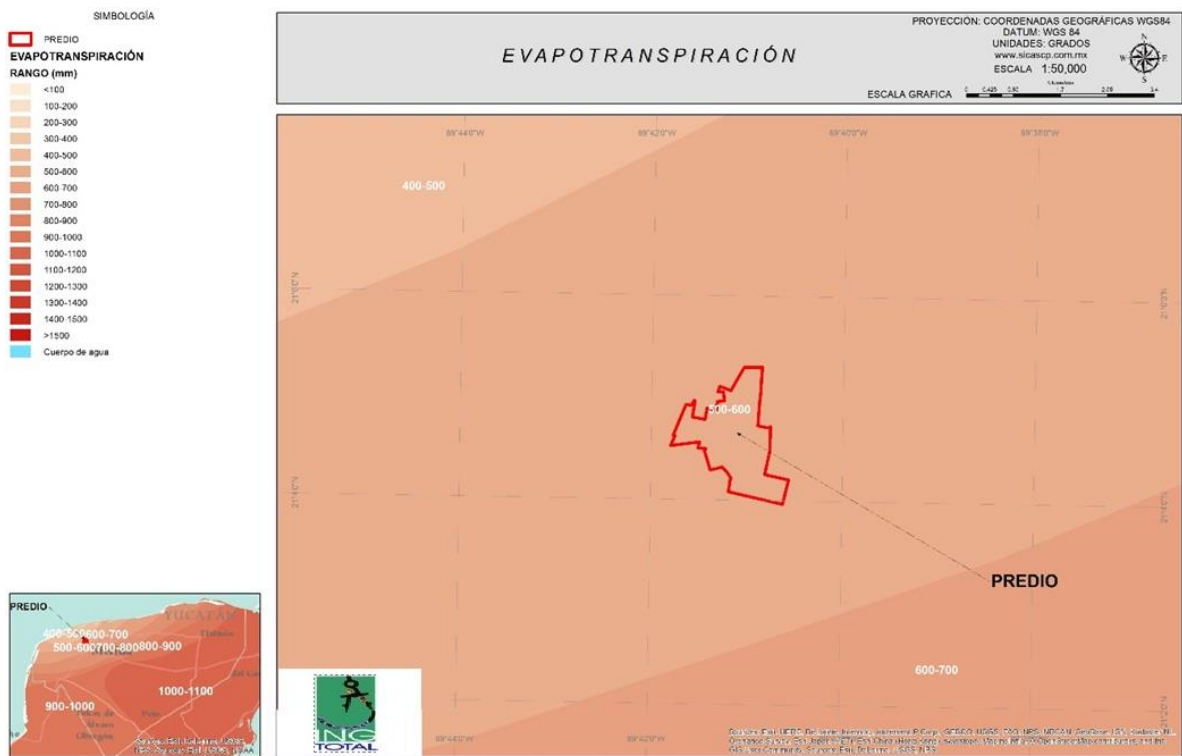
El contenido de humedad en los vientos depende principalmente de la superficie sobre la cual soplan, los vientos del sureste, cuya trayectoria es sobre la parte continental de la Península se caracterizan por ser más secos, mientras que los provenientes del norte y que cruzan el Golfo de México presentan mayor humedad. Sin embargo la capacidad del aire para contener vapor de agua depende de la temperatura, de esta manera el aire caliente tiene una mayor capacidad de vapor de agua que el aire frío, por lo que la saturación del aire caliente origina una precipitación mucho más abundante. Cuanto mayor sea la cantidad de vapor de agua en la atmósfera, mayor será su capacidad de producir tormentas eléctricas.

**Balance Hídrico (evaporación y evapotranspiración)**

La evaporación por lo regular se presenta con mayor intensidad en el mes más seco del año, con valores medios mensuales que van de 133.6 a 252 mm. En la temporada de lluvias regulares y de nortes, la evaporación puede ser menor de 100 mm mensuales en promedio.

La tendencia de la evaporación es mayor que la precipitación en el Sistema Ambiental delimitado en donde está inmerso el proyecto, por lo que se presentan varios meses con deficiencia de humedad en el suelo por escasez de precipitaciones pluviales. Esta condición es la que predomina en todo el Estado de Yucatán

Por su parte la evapotranspiración media anual en el área de estudio es de 500-600 mm como se observa en la siguiente figura.



**Figura 4. 4** Evapotranspiración en la zona del proyecto.

## ▪ **Fenómenos climatológicos**

No se presentan heladas, ni temperaturas menores de 4°C., tampoco se presenta granizo, solamente en los meses de septiembre a octubre se manifiestan algunos huracanes provenientes del Caribe; Sin embargo, en los meses de marzo y abril se presentan temperaturas altas hasta de 40 grados centígrados.

### **Nortes**

En la región se presentan dos tipos de precipitación: la primera de origen convectivo, que resulta del enfriamiento adiabático del aire que asciende, resultado del calentamiento de la superficie. De este ascenso resultan nubes cúmulos y cúmulonimbus de gran desarrollo vertical que producen lluvias abundantes acompañadas de rayos y truenos y que se originan en la estación calurosa del año y en las horas más calientes del día. Estas lluvias solo cubren extensiones relativamente pequeñas y son de corta duración; la segunda, de origen frontal o ciclónica, se desarrolla en los centros de baja presión donde el aire tiende a converger y grandes masas de aire se encuentran y sobreponen formando frentes. En ellos el aire caliente se eleva oblicuamente sobre el aire frío con un ascenso lento, por lo que el enfriamiento es también lento. De lo anterior resulta una precipitación que dura más tiempo y abarca una mayor extensión con nubes del tipo cirrus, cirrostratus y altostratus. Este tipo de precipitación se presenta durante el invierno y se asocia a los llamados "nortes".

Las masas de aire sufren un debilitamiento en invierno con velocidades promedio de 1.5 m/s y una acentuación en el estío con 3.5 m/s, en consecuencia los vientos dominantes cambian también; pero lo más importante es que la posición y debilitamiento del anticiclón en invierno deja lugar para que intervenga otra corriente distinta: La corriente occidental. Grandes masas de aire frío se desplazan del centro de alta presión del norte de Estados Unidos y Canadá, hacia el Mar de las Antillas con aire frío y seco, produciendo los llamados "nortes", con vientos del norte y noroeste que se dejan sentir a partir del mes de julio. Los vientos que acompañan a los nortes, y que al llegar a la Península de Yucatán, se humedecen a su paso a través del Golfo de México, alcanzan velocidades hasta de 26 m/s.

### **Tormentas tropicales y Huracanes**

También se desarrollan en la región algunos eventos climatológicos extremos, tal es el caso de las tormentas tropicales y de los huracanes, siendo estos últimos muy frecuentes en la zona. La manera en la que estos dos fenómenos meteorológicos se generan, está correlacionada, y se explica a continuación.

Las tormentas tropicales se pueden formar en el verano por inestabilidades de baja presión en los mares tropicales como el Caribe y el Golfo de México, y dependiendo de la energía acumulada se puede llegar a formar un huracán. La trayectoria de cada huracán depende, entre otras cosas, del lugar en que se originen (Orellana, 1999).

Las tormentas tropicales son muy importantes, ya que la mayor parte del transporte de humedad del mar hacia las zonas semiáridas del país ocurre por su causa o sus condiciones antecedentes. En diversas regiones del país las lluvias ciclónicas representan la mayor parte de la precipitación pluvial anual.

Los ciclones tropicales se clasifican de acuerdo con la intensidad de los vientos máximos sostenidos. Cuando éstos son mayores de 119 km/h (33.1 m/s) se le denomina huracán, cuando son entre 61 km/h (16.9 m/s) y 119 km/h (33.1 m/s) se le denomina tormenta tropical y cuando los vientos son menores de 61 km/h (16.9 m/s) se le denomina depresión tropical.

Constantemente, en los últimos años los huracanes o ciclones han afectado de diferente manera la Península de Yucatán, pudiendo causar mayor o menor daño, dependiendo de su magnitud, lugar de incidencia, periodo de permanencia, etc.

Entre 1980 y 2003, impactaron las costas de México 92 ciclones tropicales, de los cuales 42 tenían intensidad de huracán al llegar a tierra. En promedio, cada año 3.8 ciclones tropicales impactan en el país, de los cuales 1.4 son en las costas del Golfo de México y el Caribe, y 2.4 en las del Pacífico. La presencia de los ciclones en la Península se distribuye en los meses de febrero a noviembre, concentrándose principalmente en los meses de junio a octubre, y presentándose una mayor actividad en septiembre que ha registrado 39 eventos en el periodo de 1886 a 1996. Destaca el año de 2005, durante el cual se originaron en la cuenca del Atlántico 26 ciclones tropicales con nombre. Según Flores y Espejel (1994), los huracanes ocurren cada 8 a 9 años, siendo que para los considerados como peligrosos la frecuencia media oscila entre los 8 y 15 años. Por la naturaleza de estos fenómenos, sus efectos destructores más importantes se reflejan (por la gran precipitación que representan en un corto periodo de tiempo) en la acumulación de cantidades de agua que exceden la capacidad natural de drenaje, provocando en inundaciones en las partes bajas y planas de extensas zonas.

En este contexto vale la pena recordar los casos de los huracanes Gilberto e Isidoro, el más potente y el más dañino, respectivamente que hayan incidido sobre la Península.

**Tabla 4. 3** Fenómenos hidrometeorológicos registrados durante el 2009 en el atlántico.

| NOMBRE    | CATEGORÍA          | PERIODO                     |
|-----------|--------------------|-----------------------------|
| DT1       | Depresión tropical | 28/mayo-29/mayo             |
| Ana       | Tormenta tropical  | 11/agosto-17/agosto         |
| Bill      | Tormenta tropical  | 15/agosto-24/agosto         |
| Claudette | Tormenta tropical  | 16/agosto-17/agosto         |
| Danny     | Tormenta tropical  | 26/agosto-29/agosto         |
| Erika     | Tormenta tropical  | 01/septiembre-03/septiembre |
| Fred      | Huracán            | 07/septiembre-09/septiembre |
| DT8       | Depresión tropical | 25/septiembre-26/septiembre |

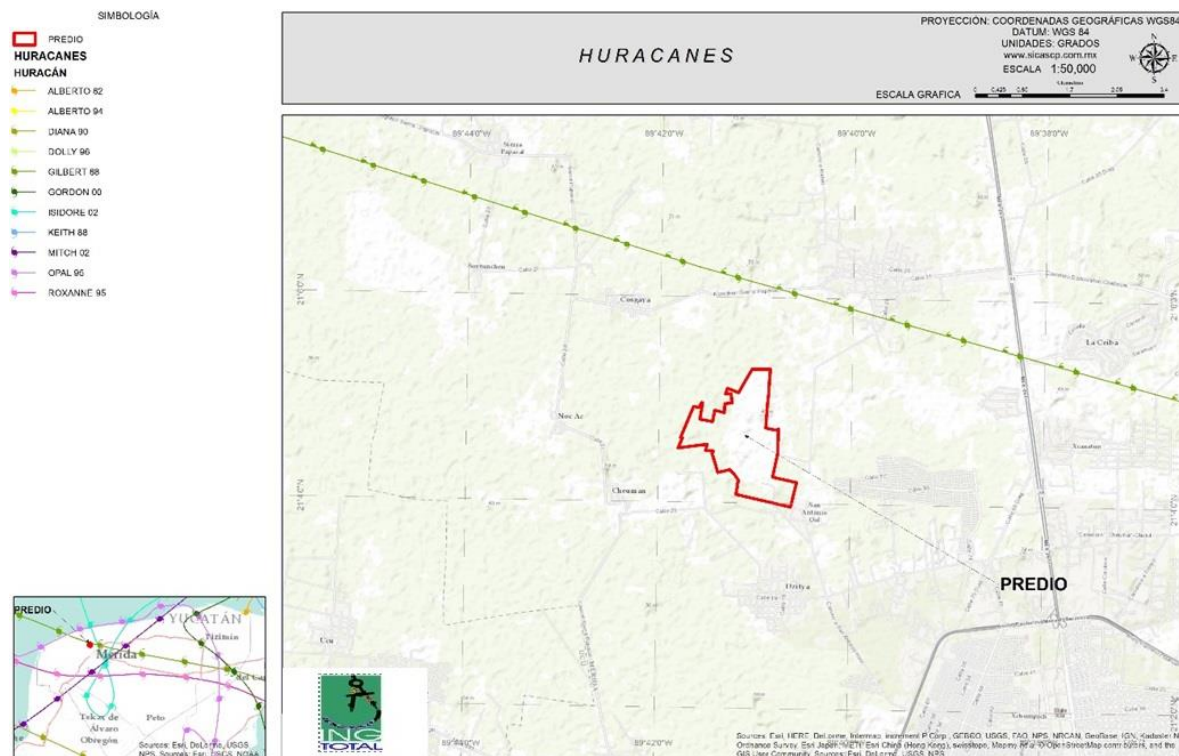
| NOMBRE | CATEGORÍA         | PERIODO                   |
|--------|-------------------|---------------------------|
| Grace  | Tormenta tropical | 04/octubre-05/octubre     |
| Henri  | Tormenta tropical | 06/octubre-08/octubre     |
| Ida    | Tormenta tropical | 04/noviembre-10/noviembre |

**Fuente:** Sistema Meteorológico Nacional (2009)

**Tabla 4. 4** Huracanes más intenso que han afectado la Península de Yucatán.

| HURACÁN        | FECHA    | VIENTOS MÁXIMOS<br>SOSTENIDOS | CATEGORÍA |
|----------------|----------|-------------------------------|-----------|
| <b>Gilbert</b> | Sep-1988 | 270 km/h                      | V         |
| <b>Roxanne</b> | Oct-1995 | 185 km/h                      | III       |
| <b>Isidore</b> | Sep-2002 | 205 km/h                      | III       |
| <b>Emily</b>   | Jul-2005 | 241 km/h                      | IV        |

La frecuencia para este tipo de fenómenos está determinada por los meses más cálidos sin lluvia, que se dan antes y después del paso de los meteoros. En Yucatán el paso de estos huracanes y tormentas tropicales ha tenido una frecuencia regular ya que la Península es zona que está sujeta a bajas presiones justo durante su paso. Generalmente ocurren cuando coincide: un centro de baja presión atmosférica con una zona de temperatura más alta a la que se encuentra inmediatamente alrededor, lo que provoca una circulación cerrada alrededor de un punto central. Por lo que se concluye que la Península de Yucatán y el sistema ambiental donde se encuentra inmerso el proyecto no considerado como la ruta de paso de huracanes, cabe recalcar que la trayectoria de estos fenómenos es impredecible, por lo que los datos son meramente estadísticos. La presencia o ausencia del proyecto no provocará cambios en la frecuencia de la presencia de intemperismos en la zona; sin embargo, el conocimiento de estos intemperismos son de suma importancia para el proyecto, por el hecho de tomar las medidas preventivas en caso de que durante su preparación del sitio y operación se presente algunos de estos fenómenos.



**Figura 4. 5** Incidencia de huracanes en el área del proyecto.

#### 4.1.1.2 Geología y geomorfología

##### ▪ Características litológicas del área

##### **Geología**

El estado de Yucatán tiene las mismas características geológicas que los otros dos estados que componen la Península de Yucatán; en este estado la roca sedimentaria cubre 95.8% de su territorio y sólo 4.2% es de suelo. La roca sedimentaria del Periodo Terciario abarca 82.6%, se localiza en todo el estado excepto en su parte norte; donde aflora la roca sedimentaria del Cuaternario con 13.2% y paralelamente a la línea de costa, se ubica el suelo. Toda la superficie estatal queda comprendida en la Era del Cenozoico con una edad aproximada de 63 millones de años.

Uno de los problemas principales para el estudio de la geología en el estado de Yucatán, y en la península, es la poca cantidad de afloramientos, debido al material de caliche reciente, producto de la transformación de las calizas o consolidación de material suelto, que cubren en mayor parte a la península, comúnmente alcanza un espesor de 2 a 10 metros y forma indiscriminadamente sobre casi todas las rocas del subsuelo ya sea del Eoceno, Oligoceno o Mioceno-Plioceno; oscureciendo la información geológica superficial, y a diversos factores externos, alteración in situ, además de lo disperso de la información geológica tanto subterránea como superficial, hacen que los estudios geológicos superficiales no sean muy concluyentes.

## ▪ **Características geomorfológicas**

La península de Yucatán se formó por sedimentación calcárea, encontrándose cubierta por un mar de poca profundidad, que emergió poco a poco, unos centímetros cada siglo, adquiriendo una forma de relieve llana o plana, con escasa elevación sobre el nivel del mar y una ligera inclinación general de sus pendientes y de sus leves contrastes topográficos. Llega a conformar parte de la provincia fisiográfica conocida como Península de Yucatán, que a su vez se divide en dos subprovincias: la 62, Carso Yucateco y la 63, Carso y Lomeríos de Campeche; que es una plataforma rocosa, donde la parte más elevada se encuentra al sur, denominada Cordón Puuc, también conocida localmente como "Sierrita de Ticul", dominando notoriamente la llanura baja y casi monótona que la limita al norte; presenta la mayor parte de las grutas y cavernas del estado, así como los niveles estáticos más profundos, pues éstos se encuentran en algunos casos a más de 100 m de profundidad. El cordón Puuc, con rumbo NE – SE y buzamiento al NE, presenta en la parte alta del camino Uxmal – Muna una discreta estructura en forma anticlinal, mas esta condición no la observamos en los cortes al sur de Oxkutzcab y Tekax. La planicie al norte del Cordón Puuc tiene ondulaciones al este, con echados de tres a cinco grados, aunque por movimientos locales hay fuertes inclinaciones en las capas de algunos sitios.

La región ha sido esculpida de una plataforma calcárea estable, en donde es posible diferenciar tres zonas donde actúan diversos procesos: la litoral, la planicie central y la de los cerros y valles; la primera se encuentra al norte, en la costa, donde tiene lugar la creación de franjas arenosas que corresponden a barras arenosas, islas, antiguas líneas de costa y desarrollo de planicies de inundación y lacustres; la segunda, en la porción central abarca la mayor parte del estado, se observa el desarrollo de una topografía cárstica, en su mayor parte baja y ondulada, en la que frecuentemente se localizan cavidades de disolución con afloramiento del nivel freático, que son conocidas en la región como cenotes; la tercera zona corresponde a la de mayor contraste morfológico, se ubica en la porción suroeste e incluye el cordón Puuc, en ella se ha desarrollado un relieve de lomeríos suaves, producido por la erosión de las rocas carbonatadas, el relieve solo se ve interrumpido por la presencia de dolinas y pequeñas planicies residuales producto de la acumulación de arcillas de descalcificación en las depresiones. De acuerdo con las características morfológicas del área, se puede situar en una etapa geomorfológica de madurez para una región calcárea en clima subhúmedo.

### **Características geomorfológicas más importantes**

Esta región del Estado corresponde a la unidad geomórfica denominada Planicie Estructural Interior como se observa en la siguiente figura. Es una planicie a escasa altitud (10 a 20 m sobre el nivel medio del mar) con hondonadas incipientes y montículos. Sin embargo, la zona que en la que se localiza el proyecto también abarca en su porción extrema occidental una geoforma de planicie estructural a altura media (20-70 msnm) con hondonadas someras y profundas. Por lo que la altura de la zona en el área de estudio disminuye conforme se avanza hacia el este y hacia el norte, en zonas más jóvenes de la Península. En el área del proyecto los niveles superficiales están representados por calizas blancas duras y masivas; los intermedios por

calizas arcillosas, duras de color amarillento a rojizo y los inferiores por coquinas constituidas por materiales fosilíferos blandos y de color blanco. Esta formación corresponde en edad a los periodos Mioceno Superior y Plioceno, todavía del Terciario (Duch, 1988).

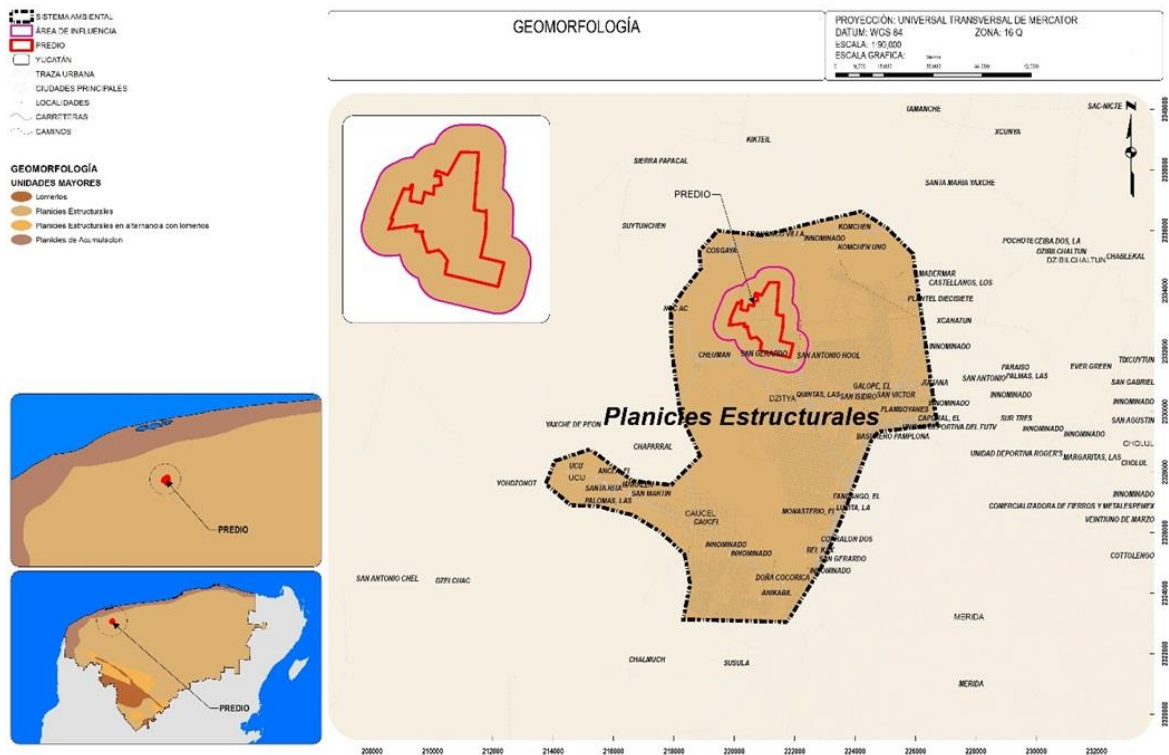


Figura 4. 6 Geomorfología en el sistema ambiental y área de influencia.

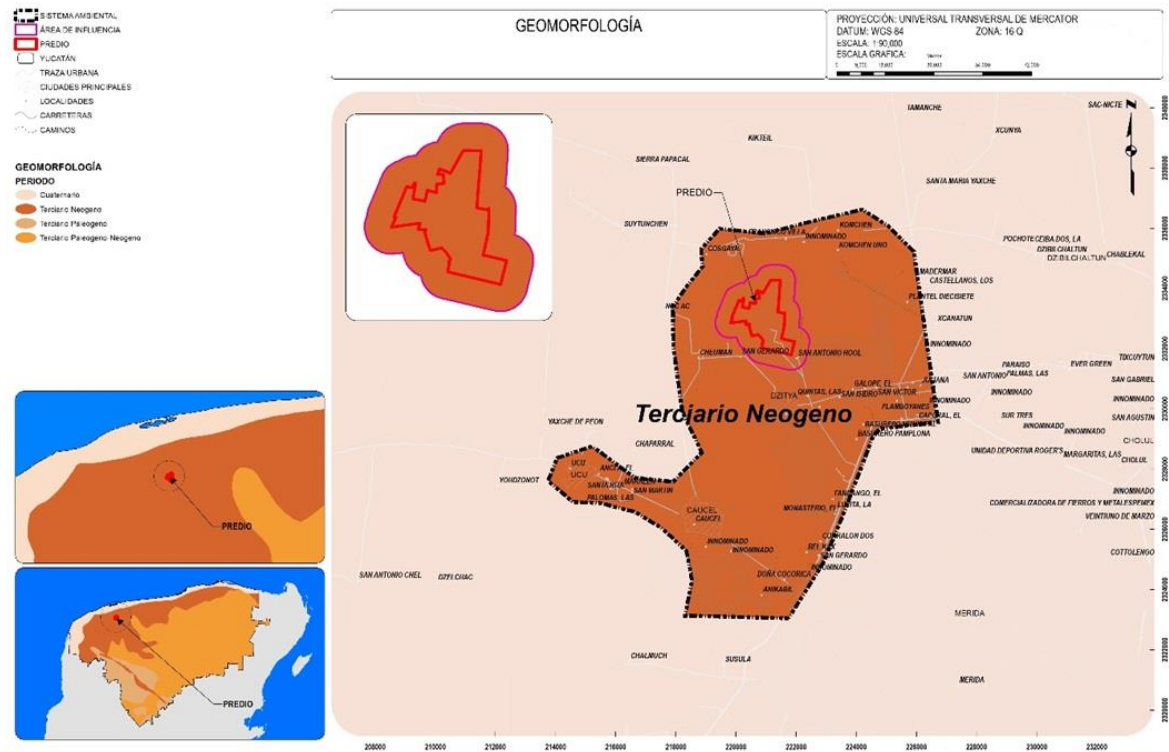
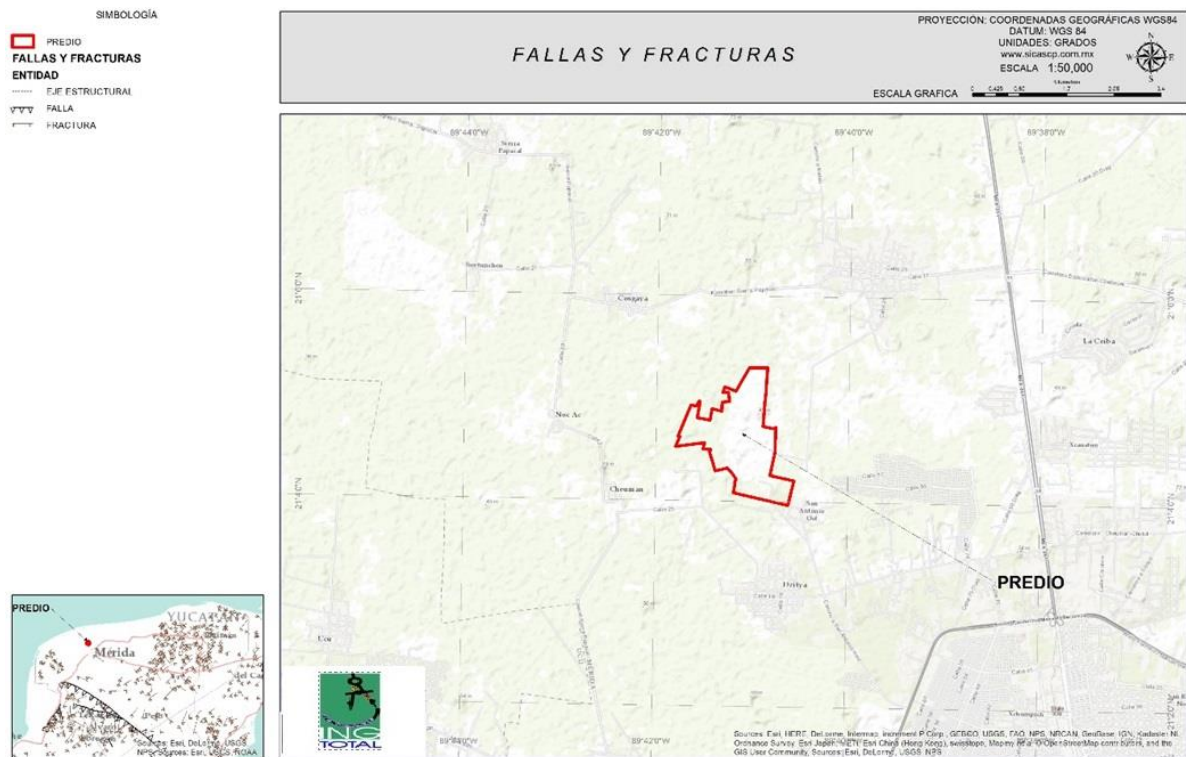


Figura 4. 7 Geomorfología (periodo) en el sistema ambiental y área de influencia.









**Figura 4. 9** Ubicación de un plano de fallas y fracturas con datos vectoriales del INEGI.

#### ▪ **Susceptibilidad de la zona a: sismicidad, derrumbes e inundaciones**

Es de suma importancia aclarar que la zona no es susceptible a actividad sísmica, tampoco se presentan deslizamientos, derrumbes o actividades volcánicas, ya que el área se localiza dentro de una zona denominada asísmica donde los sismos son raros o desconocidos. Por su parte, las inundaciones no se consideran un riesgo debido a la alta permeabilidad del suelo, son posibles las inundaciones temporales por eventos climáticos extraordinarios.

El Sistema Ambiental donde se ubica el proyecto se encuentra en la zona de menor actividad sísmica, en la Región A, según la clasificación del Manual de Diseño de Obras Civiles publicado por la Comisión Federal de Electricidad. De igual forma, el suelo que corresponde al sitio de la obra, es TIPO 1 (terreno firme).

### 4.1.1.3 Suelos

#### ▪ **Tipos de suelo**

Desde el punto de vista edáfico el Estado de Yucatán se distingue por la predominancia de suelos someros y pedregosos, de colores que van del rojo al negro, pasando por diversas tonalidades de café; por su textura franca o de migajón arcilloso en el estrato más superficial y por regla general la ausencia del horizonte C en la mayoría de los casos. Asimismo estos suelos muestran por lo general un abundante contenido de fragmentos de roca desde 10 hasta 15 cm de diámetro, tanto en la superficie como en el interior de su breve perfil, además de que regularmente se ve acompañada de grandes y frecuentes afloramientos de la típica coraza

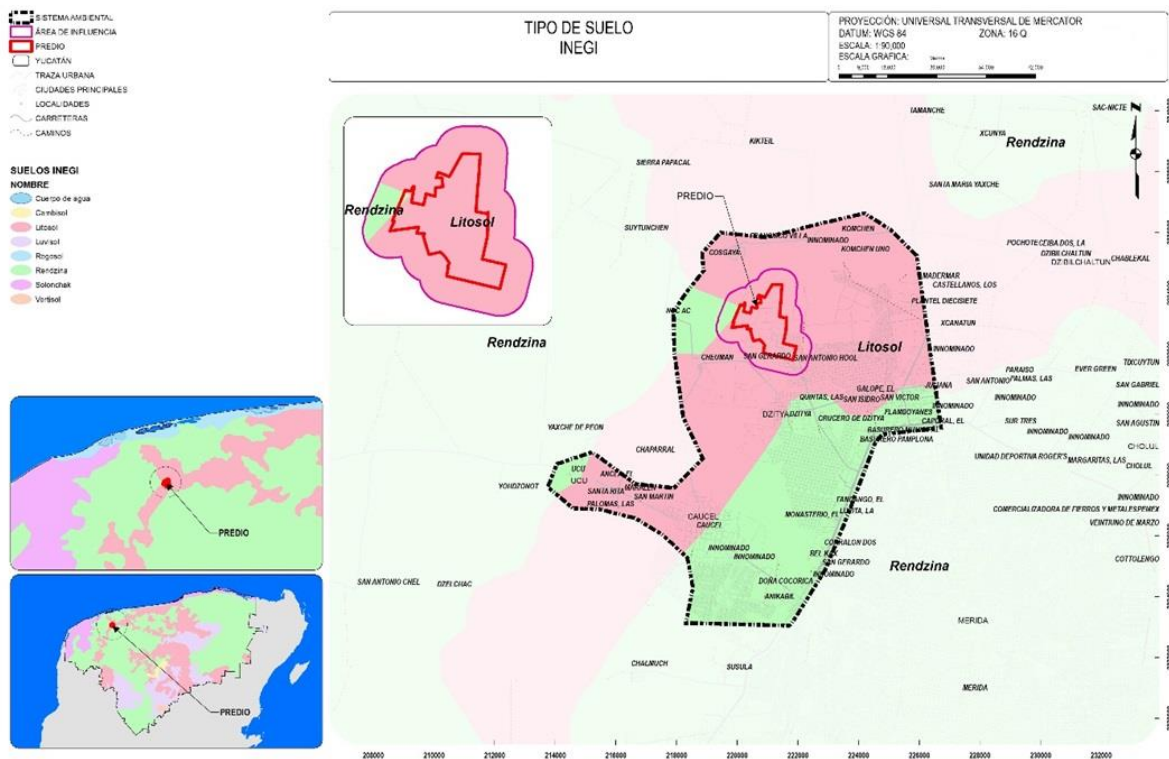
calcárea yucateca; otra característica que cabe mencionar es que los diferentes tipos de suelos es común encontrarlos dentro de pequeñas asociaciones de dos o más tipos de suelos, los cuales corresponden casi exactamente a la combinación de topoformas que configuran el relieve de cada lugar. El Estado de Yucatán presenta un conjunto de suelos entre los cuales están presentes las rendzinas, litosoles, luvisoles, solonchaks, cambisoles, regosoles, vertisoles, nitosoles, histosoles y gleysoles; en términos de extensión superficial, se aprecia la amplia predominancia de los tres primeros sobre los restantes.

El suelo es un recurso natural de suma importancia para las actividades, tanto agrícolas como pecuarias, dado que constituye el soporte físico de las plantas y suministros de nutrientes que permite el desarrollo de las mismas. El suelo del Estado de Yucatán y como unidad Fisiográfica se caracteriza por ser de origen Sedimentario y constituido fundamentalmente por un complejo calizo tipo Cárstico. Desde el punto de vista Edáfico, el Estado de Yucatán se distingue por diferentes tipos de suelo caracterizado por la dominancia de Suelos Someros y pedregosos, medianamente profundos y profundos de textura media arcillosa.

El tipo de suelo registrado en el predio del proyecto es de tipo Litosol y Rendzina (siguiente figura). En general, estos dos tipos de suelo conforman sustratos someros con fragmentos rocosos, variando la profundidad de la tierra de manera heterogénea a lo largo del Municipio.

Particularmente, las rendzinas son suelos conformados por un sólo estrato que se denomina horizonte "A" mólico, que contiene o sobreyace directamente a un material calcáreo, con un equivalente de carbonato de calcio mayor del 40%, carece de propiedades hidromórficas dentro de los primeros 50 cm. Los litosoles son suelos de hasta 10 cm de espesor, limitados por roca dura continua o quebradiza y coherente (Duch, 1988).

El suelo del Municipio es muy somero (aproximadamente 5-10 cm de profundidad como máximo), muy pedregoso y con rocas aflorando en muchas áreas, de manera que las porciones de tierra superficial se alternan con roca aflorada, lo que hace muy heterogénea la primera capa del sustrato del terreno.



**Figura 4. 10** Tipos de suelo en el SA y AI.

**Tabla 4. 5** Características fisicoquímicas de litosoles y rendzinas (Duch, 1988).

| TIPO             | ESTRUCTURA                        | TEXTURA                                       | % DE SATURACIÓN EN NA | PH                      | % DE MATERIA ORGÁNICA |
|------------------|-----------------------------------|---|-----------------------|-------------------------|-----------------------|
| <b>Litosoles</b> | Pedregosa                         | 10-30% arcilla<br>18-30% limo<br>40-72% arena | 2%                    | 7.7 – 7.9               | 13 – 38%              |
| <b>Rendzina</b>  | Granular fina<br>Desarrollo débil | 30% arcilla 25-40%<br>limo 30-45%<br>arena    | 1 – 1.8%              | < 8 (alcalino moderado) | > 15%,                |

#### 4.1.1.4 Hidrología superficial y subterránea

El área de estudio queda comprendida dentro de la RH 32 Yucatán Norte, la cual limita al oeste y norte con el Golfo de México, al este con el Mar Caribe y al sur con la división que delimita la RH 31 y RH 33. La excesiva permeabilidad y la falta de desniveles orográficos impiden la formación de corrientes superficiales de importancia, la ausencia de una red hidrográfica superficial no permiten delimitar cuencas y subcuencas en esta Región Hidrológica que abarca una superficie de 56,172 km<sup>2</sup>. No existen embalses ni cuerpos de agua superficiales naturales en el sitio de estudio (siguiente figura) según los datos vectoriales del INEGI y SEDUMA. La ausencia de escurrimientos superficiales en el Estado de Yucatán se compensa con los abundantes depósitos de agua subterránea.





calzárea (conocida localmente como “laja”) que aflora en la superficie y está resquebrajada, fragmentada, con fisuras y conductos tubulares, por los que circula el agua infiltrada hacia la caliza blanda subsuperficial, esto hace posible que –según los autores- domine el proceso de infiltración por fisura. Cabe destacar que aunque el tipo de filtración que se da en el semicírculo de cenotes es de tipo difusa, en esta zona también se registran varios cenotes, generalmente pequeños, pero que constituyen zonas de filtración puntual y directa de agua y contaminantes.

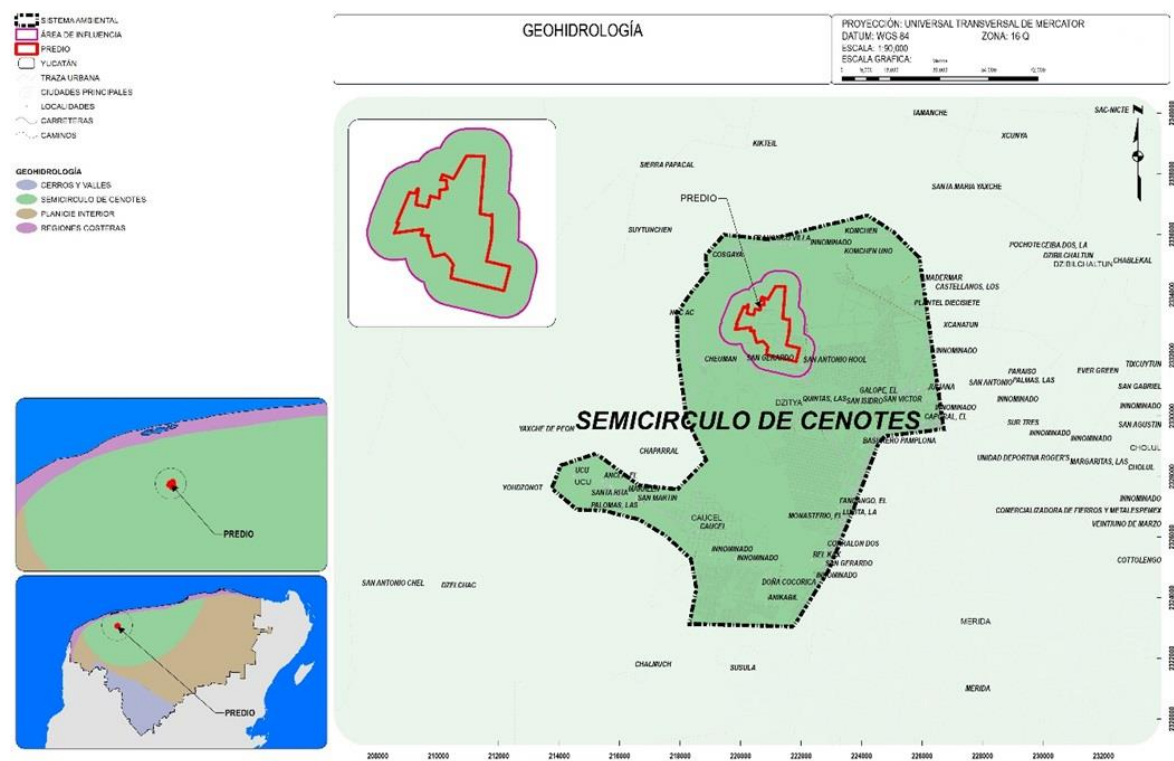


Figura 4. 12 Geohidrología en el SA y Al.

- Localización del recurso
 

El manto freático en el área de estudio, se localiza entre uno y 5 metros de profundidad. Los principales usos que tiene son para el consumo humano y para el riego de los cultivos agrícolas. La alta permeabilidad de la zona no saturada (región que se encuentra entre el nivel freático del acuífero y el nivel del terreno) y de los estratos que contienen al lente de agua dulce, hace que el acuífero de Yucatán sea vulnerable a la contaminación por aguas residuales, agroquímicos, efluentes industriales y descomposición natural de animales muertos y vegetación abundante en ambientes húmedos y calientes. También el acuífero es particularmente susceptible a la degradación del lente de agua dulce, por fenómenos de contaminación por agua salada debido al movimiento de la interface salina.
- Usos principales
 

De manera general, el agua subterránea de la zona se utiliza para uso doméstico y agrícola, entre otros usos, tal es el caso de las actividades pecuarias. Durante recorridos

realizados a lo largo del sistema ambiental, se detectaron algunos pozos en los predios cercanos principalmente empleados para consumo doméstico.

Por lo tanto, los usos dados a éste recurso en la zona, son principalmente de consumo para los asentamientos localizados en el área, particularmente viviendas y algunos usos agropecuarios, tales como riego o para consumo de animales (ganado vacuno en su mayoría). La extracción de agua subterránea a través de pozos, norias y cenotes es recargada por el volumen precipitado. La descarga natural, además de efectuarse por evapotranspiración, se realiza a través de manantiales en forma difusa en las costas norte y occidental.

- Calidad del agua.

Con respecto a la calidad del agua subterránea, Pacheco et al., (2004) realizaron un diagnóstico en los pozos de extracción de las 106 cabeceras municipales de Yucatán, evaluando la calidad química y bacteriológica del agua subterránea. Los parámetros fueron comparados con los límites permisibles reportados por las normas oficiales. De manera general, la calidad química del agua subterránea con fines de abastecimiento en los sistemas municipales es aceptable para la mayoría de los municipios, ya que de los 22 parámetros químicos estudiados, solo cinco (nitratos, cloruros, sodio, dureza total y cadmio) excedieron los límites máximos permisibles por la Norma (NOM-127-SSA1-1994); sin embargo, la calidad bacteriológica no es aceptable. Esto se debe a que la naturaleza fisurada del subsuelo hace que el movimiento del agua hacia el nivel freático sea más rápido por lo que la zona insaturada (o vadosa) casi no tiene capacidad de atenuación, en especial, en lo que se refiere a la contaminación microbiológica, ya que la apertura de las fisuras es mayor que los microorganismos patógenos (Pacheco et al., 2004). En la Tabla siguiente se presentan los valores de los parámetros químicos para el municipio de Mérida.

Como se puede observar en la siguiente, el municipio de Mérida presenta valores de coliformes fecales que van de 0 a 10 ppm, cuyos niveles es para considerarse como aceptable. No obstante, los niveles de nitratos, al igual que en otros municipios, varía entre 25-45 mg/l (Pacheco et al., 2004) sin embargo, la urbanización y el aumento de la población muy probablemente fomentará el aumento de los niveles de nitratos principalmente si no se establece un adecuado tratamiento de las aguas residuales.

**Tabla 4. 6** Valores de los parámetros químicos para el municipio de Mérida

| PARÁMETRO                | MÉRIDA           |
|--------------------------|------------------|
| Coliformes fecales (ppm) | 0-10 (aceptable) |
| Nitratos (mg/l)          | 25 - 45          |
| Cloruros (mg/l)          | 201 - 250        |
| Sodio (mg/l)             | 32 - 150         |
| Dureza total (mg/l)      | 501 - 820        |
| Cadmio (mg/l)            | 0.021 - 0.062    |
| Nivel de contaminación   | Medio            |

El proyecto podría modificar la calidad del agua, no obstante, se realizaran monitoreos de la calidad del agua para tomar decisiones en caso de registrarse contaminación.

### 4.1.2 Aspectos bióticos

#### 4.1.2.1 Vegetación terrestre

La vegetación de la Península de Yucatán en su mayor extensión está cubierta por selvas de tipo caducifolio y subcaducifolio, mientras que las selvas perennifolias ocupan un área reducida. De acuerdo al Inventario Forestal de Gran Visión (SARH, 1994), la Península de Yucatán cuenta con una superficie forestal arbolada de 7.62 millones de hectáreas, además de 606,714 ha de manglares y otros tipos de vegetación.

Los tipos de vegetación más importantes y que cubren 7.62 millones de hectáreas, son: las selvas medianas y altas que representan el 53.81 % de la superficie arbolada citada; las selvas bajas perennifolias y subperennifolias 10.45 % y las selvas bajas caducifolias 35.71 %. De acuerdo a la clasificación del INEGI (Carta de Uso de Suelo y Vegetación serie V) la vegetación reportada para la zona en la cual se pretende establecer el proyecto, es clasificada como **Sin vegetación aparente**, y es debido a que el proyecto se realizará sobre un banco de materiales en operación pero con aprovechamiento en estrato seco, y la vegetación ya fue removida con anterioridad. En los alrededores se observa vegetación secundaria derivada de **selva baja caducifolia** y **no aplicable**, debido a que en la zona existen áreas urbanas, áreas agropecuarias e industriales.

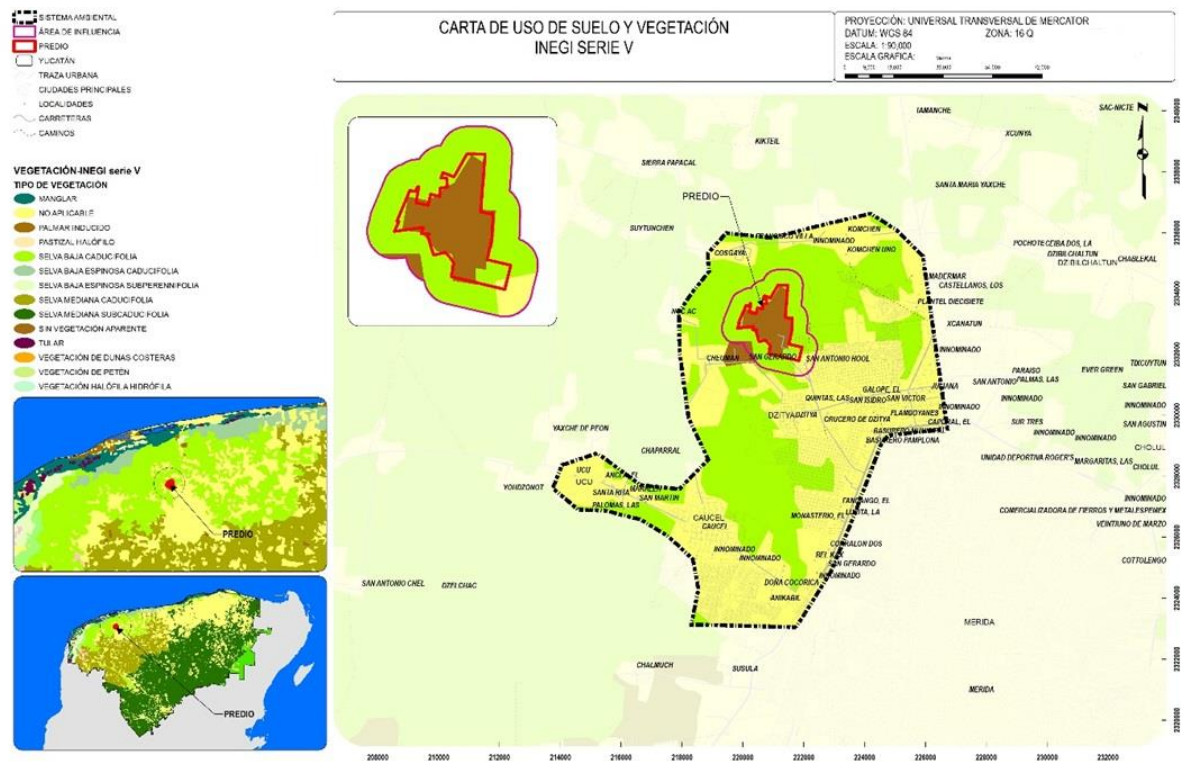


Figura 4. 13 Tipo de vegetación en el SA y AI según la Carta de Uso de Suelo y Vegetación INEGI serie V.

## Descripción de la flora dentro del predio del proyecto

Durante los recorridos efectuados en el área del proyecto, se pudo apreciar que la superficie prácticamente desprovista de vegetación como consecuencia del aprovechamiento de material pétreo en estrato seco, aunque se observaron zonas con montículos de material provenientes del despalde en los cuales al contener germoplasma germinaron algunas especies, principalmente herbáceas y algunos arbustos, y en el resto de la zona del proyecto crecieron pastos y otras herbáceas tolerantes a las condiciones de suelo escaso y poca agua. En algunas áreas los alrededores de donde se realizará el proyecto, se ha practicado diversas actividades como el cultivo de henequén así como áreas de pastoreo de ganado bovino, también se observó industriales en los alrededores y granjas avícolas, en la zona también hay otros bancos de materiales industriales.



**Fotografía 4. 1** Material pétreo siendo aprovechado en el estrato seco.





**Fotografía 4. 2** Vista del predio bajo estudio en donde se puede notar la nula presencia de vegetación.



**Fotografía 4. 3** Crecimiento de vegetación herbácea-arbustiva en un montículo de material de despálme.



**Fotografía 4. 4** Panorama de la vegetación predominantemente herbácea presente dentro del predio bajo estudio.



**Fotografía 4. 5** Vista del área de estudio en donde se puede notar la ausencia de vegetación como tal.





**Fotografía 4. 6** Panorama de la vegetación herbácea-arbustiva presente dentro del predio bajo estudio.



**Fotografía 4. 7** Registro de datos en el polígono bajo estudio.

## Muestreo florístico

Se desarrolló un muestreo del estado actual que presenta la vegetación natural de la zona. Se realizaron los muestreos dentro del polígono bajo estudio, el objetivo fue el de identificar las especies presentes, las abundancias de las mismas, zonas con vegetación y zonas sin vegetación. Durante el recorrido, se registró el nombre común, el nombre científico y la familia botánica a que pertenece cada especie reconocida en la zona del proyecto.

Se realizaron recorridos para el inventario florístico, con ayuda de los siguientes manuales y claves de identificación:

- a) La Flora de Yucatán (Standley, 1930);
- b) La Flora de Guatemala (Standley, et. al. 1946-1977);
- c) Nomenclatura, forma de vida, uso, manejo y distribución de las especies vegetales de la Península de Yucatán (Arellano et al., 2003)
- d) El listado Etnoflora Yucatanense (Sosa, et. al. 1985).

Durante los recorridos de campo y con base en el apoyo bibliográfico y el conocimiento previo de los especialistas en botánica, se elaboró un listado en el cual se incluyeron las especies observadas directamente, mismas que fueron identificadas en campo al menos hasta el nivel de género; cuando no fue posible la identificación en campo, los ejemplares fueron colectados para su posterior reconocimiento.

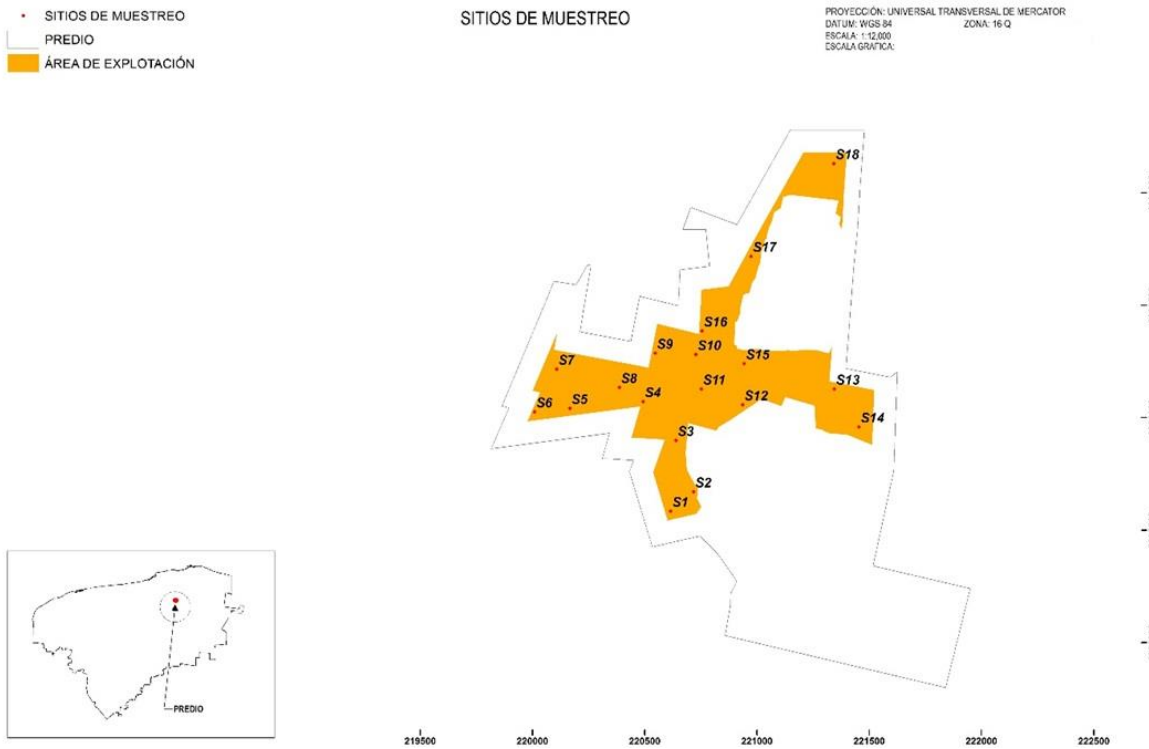
## Ubicación de los puntos de muestreo

Se realizó un levantamiento de datos en puntos de muestreo cuadrantes de 25 m<sup>2</sup> (5m x 5m) para la estimación de la composición, estructura y diversidad de las especies, obteniendo datos, para el análisis de diversidad y valor de importancia relativa (VIR). Asimismo se enlistaron las especies pertenecientes a las partes aledañas al terreno. Cada sitio se referenció registrando el punto de muestreo con un GPS Garmin eTrex Vista HCx con Datum WGS84 expresando los datos en Universal Transversal de Mercator (UTM) de la zona 16 Q. La ubicación de los sitios de muestreo se pueden observar en la **Figura 4.14** y **Tabla 4.7** se registraron todas las especies posibles presentes en el área del proyecto. Se realizó una comparación de las especies identificadas con la lista de especies mencionadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

**Tabla 4. 7** Coordenadas centrales de cuadrantes.

| SITIOS | X           | Y            |
|--------|-------------|--------------|
| S1     | 220614.9311 | 2332583.3311 |
| S2     | 220717.3180 | 2332670.0775 |
| S3     | 220638.9999 | 2332898.9999 |
| S4     | 220492.7043 | 2333071.4609 |
| S5     | 220165.9999 | 2333040.9999 |
| S6     | 220009.1171 | 2333025.3231 |

| SITIOS | X           | Y            |
|--------|-------------|--------------|
| S7     | 220107.5407 | 2333215.6004 |
| S8     | 220386.6038 | 2333134.5531 |
| S9     | 220546.9999 | 2333286.9999 |
| S10    | 220727.2303 | 2333280.5995 |
| S11    | 220751.9999 | 2333126.9999 |
| S12    | 220936.1075 | 2333056.9563 |
| S13    | 221343.9999 | 2333126.9999 |
| S14    | 221453.6680 | 2332958.8872 |
| S15    | 220942.9999 | 2333239.9999 |
| S16    | 220755.3524 | 2333385.2231 |
| S17    | 220973.7377 | 2333717.7465 |
| S18    | 221341.9999 | 2334129.9999 |



**Figura 4. 14** Ubicación de los sitios de muestreo.

**Resultado de los muestreos realizados**

**Listado de especies registradas**

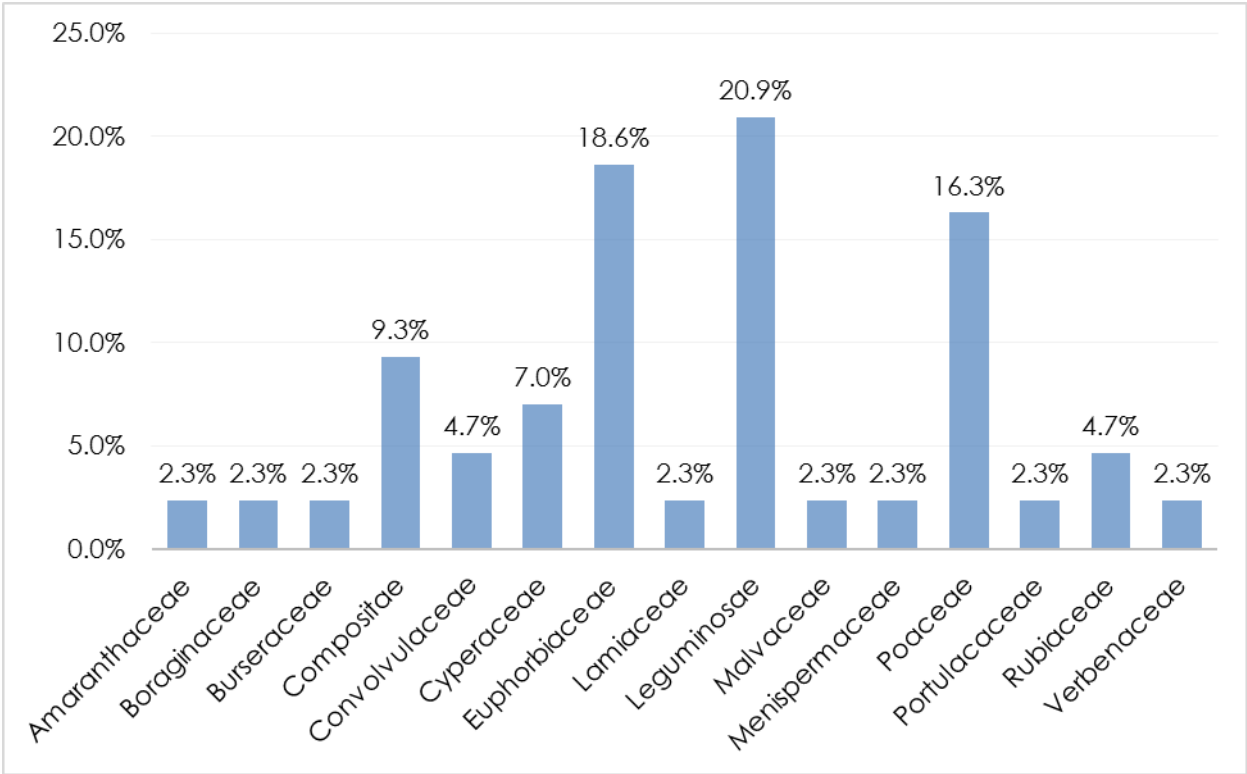
Dentro del área de estudio se observó que la riqueza de especies de flora silvestre fue de 43 pertenecientes a 40 géneros y 15 familias. Los resultados de las especies observadas se presentan a continuación:

**Tabla 4. 8** Especies registradas en los sitios de muestreo.

| FAMILIA        | NOMBRE CIENTÍFICO   | NOMBRE COMÚN  | ESTATUS  |
|----------------|---|---|----------|
| Amaranthaceae  | <i>Alternanthera ramosissima</i> (Mart.) Chodat & Hassl.                        | Sak mul, sak pok'lampix, sak pool tees  |          |
| Boraginaceae   | <i>Heliotropium angiospermum</i> Murray   | Nej ma'ax, Nej sina'an, Ta ulu'um ma'ax, cola de mono, cola de mono alacrán       |          |
| Burseraceae    | <i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.  | Chak chakaj, chakaj, palo mulato  |          |
| Compositae     | <i>Melanthera nivea</i> (L.) Small.   | Levisa xiiw, sooj, toplan xiiw, sak sooj, sak sajum, soot'kay, ts'aan top'an xiiw |          |
| Compositae     | <i>Pluchea odorata</i> (L.) Cass.   | Chal che', tok'aban, Santa Maria  |          |
| Compositae     | <i>Viguiera dentata</i> (Cav.) Spreng. var. <i>dentata</i>                      | Taj, sak xo'xiiw, tajonal   |          |
| Compositae     | <i>Wedelia acapulcensis</i> Kunth. var. <i>parviceps</i> (S.F. Blake) Strother. | Soi kay   |          |
| Convolvulaceae | <i>Ipomoea hederifolia</i> L.   | Kal p'uul, chak lool  |          |
| Convolvulaceae | <i>Merremia aegyptia</i> (L.) Urb.  | Tso'ots' aak'   |          |
| Cyperaceae     | <i>Cladium jamaicense</i> Crantz  | Jol che', puuch, puj, su'uk, cortadera, zacate                                    |          |
| Cyperaceae     | <i>Cyperus rotundus</i> L.  | Tuk'uch, tup'uch, sak mu', su'uk  |          |
| Cyperaceae     | <i>Rhynchospora colorata</i> (L.) H. Pfeiff.                                    | ND  |          |
| Euphorbiaceae  | <i>Cnidoscolus aconitifolius</i> (Mill.) I.M. Johnst.                           | Chaay, chin chin chaay, ts'iim, ts'iim chaay, chaya silvestre                     |          |
| Euphorbiaceae  | <i>Croton chichenensis</i> Lundell.*  | Xikin burro, éck baalam, xikin ch' omak   |          |
| Euphorbiaceae  | <i>Croton flavens</i> L.  | Ek' balam, oreja de burro   |          |
| Euphorbiaceae  | <i>Croton humilis</i> L.  | Lik aban  |          |
| Euphorbiaceae  | <i>Euphorbia mesembrianthemifolia</i> Jacq.                                     | Siis ja', sak iits  |          |
| Euphorbiaceae  | <i>Jatropha gaumeri</i> Greenm.   | Pomol che'  | Endémica |
| Euphorbiaceae  | <i>Ricinus communis</i> L.  | Éek lu'um, k'ooch, ya'ax k'ooch , higuierilla, sombrilla                          |          |
| Euphorbiaceae  | <i>Tragia glanduligera</i> Pax & K. Hoffm.                                      | P'opox  |          |
| Lamiaceae      | <i>Hyptis pectinata</i> (L.) Poit.  | Xóolte' xnuuk, bastón   |          |

| FAMILIA        | NOMBRE CIENTÍFICO   | NOMBRE COMÚN  | ESTATUS  |
|----------------|---|---|----------|
|                |   | de vieja  |          |
| Leguminosae    | <i>Acacia collinsii</i> Saff.   | Subin che' , subin  |          |
| Leguminosae    | <i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth. ssp. <i>pennatula</i> | Ch'i' may, k'ank' i ilische'  |          |
| Leguminosae    | <i>Havardia albicans</i> (Kunth) Britton & Rose.                        | Chukum  | Endémica |
| Leguminosae    | <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit. ssp. <i>leucocephala</i>    | Waaxim, tumbapelo   |          |
| Leguminosae    | <i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.                                | Tsalam  |          |
| Leguminosae    | <i>Mimosa bahamensis</i> Benth.   | Sak káatsim, káatsim blanco   |          |
| Leguminosae    | <i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.                                    | Ja'abin   |          |
| Leguminosae    | <i>Senegalia riparia</i> (Kunth) Britton & Killip                       | Boxcatsin, box-catzim, katsim, katzim, le'ets', x-le'ets', xtex-akil, yax-catzim              |          |
| Leguminosae    | <i>Senna obtusifolia</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby.                     | Bu'ul k'aax, tulu bayan, frijolillo   |          |
| Malvaceae      | <i>Melochia pyramidata</i> L.   | Chi'chi' bej, chak ch'ooben, sak chi'chi'bej  |          |
| Menispermaceae | <i>Cissampelos pareira</i> L.   | Sak xiw, xok' ab aak', xowen aak', péepen tuunich, barba de viejo                             |          |
| Poaceae        | <i>Andropogon glomeratus</i> (Walter) Britton, Sterns & Poggenb.        | Ch'it su'uk   |          |
| Poaceae        | <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.                                      | k' an su'uk, pie de pollo, zacate bermuda, zacate indio, grama                                |          |
| Poaceae        | <i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.                             | Chimes su'uk, k' an toop su'uk  |          |
| Poaceae        | <i>Eragrostis ciliaris</i> (L.) R. Br. var. <i>laxa</i> Kuntze.         | ND  |          |
| Poaceae        | <i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka.                                   | Chak su'uk , zacate rojo, barba de mula   |          |
| Poaceae        | <i>Phragmites australis</i> (Cav.) Steud.                               | Jalal, sak jalal, carrizo   |          |
| Poaceae        | <i>Urochloa maxima</i> (Jacq.) R. D. Webster.                           | Su'uk, privilegio, zacate guinea  |          |
| Portulacaceae  | <i>Portulaca rubricaulis</i> Kunth.                                     | Sak jaway, xúukul, verdolaga  |          |
| Rubiaceae      | <i>Morinda royoc</i> L.   | Baake aak, jooyok', k'an xikin aak', muk, xoyen aak', piña de monte, piñuela, piña aak', piña |          |

| FAMILIA     | NOMBRE CIENTÍFICO         | NOMBRE COMÚN   | ESTATUS |
|-------------|---------------------------|--|---------|
|             |                           | ch'en, piña ch'oom,<br>piña kaan crus iik'                                       |         |
| Rubiaceae   | <i>Randia aculeata</i> L. | Kat ku'uk,, kajal k'aax,<br>peeche kitam, puuts'<br>che', tinta che', cruz k'iix |         |
| Verbenaceae | <i>Lantana camara</i> L.  | Mo'ol peek , orégano<br>xiw, siete colores                                       |         |



**Gráfico 4. 2** Familias más representadas en el área de estudio según el número de especies.

Como se observa en el gráfico anterior son las familias Leguminosae, Euphorbiaceae y Poaceae, las más representadas.

Se registraron todas las especies presentes en los cuadrantes de muestreo, se registraron valores de D1 (Diámetro mayor de la copa de la planta) y D2 (Diámetro perpendicular a D1) para el cálculo posterior de su cobertura; mientras que para arbustos fueron medidos sus diámetros normales para el cálculo de área basal.

Como parte de los trabajos de gabinete se capturaron los registros de campo en una base de datos mediante el programa Microsoft Office Excel 2010. Posteriormente se procedió a realizar los análisis de composición (riqueza, abundancia), estructura (estimación del Valor de Importancia Relativa (VIR)) y diversidad (estimación del índice de Shannon-Wiener (H') y el índice de Pielou (J')). Los resultados más importantes fueron graficados para tener una visualización del comportamiento de las especies de flora silvestre dentro del área de estudio.



Para calcular la cobertura (superficie que cubre del suelo la copa de la planta en m<sup>2</sup>) se tomó en cuenta las mediciones de diámetro mayor y diámetro menor en sentido perpendicular, en donde el radio promedio se usa para calcular la superficie en m<sup>2</sup> que después es extrapolado a ha. La cobertura total de la especie será la suma de las coberturas de los individuos.

Los cálculos de la **COBERTURA ABSOLUTA (C<sub>A</sub>) Y COBERTURA RELATIVA (C<sub>R</sub>)** de las especies herbáceas principalmente se realizaron aplicando la siguiente fórmula:

$$C_A = \left( \frac{D_1 + D_2}{4} \right)^2 \times \pi$$

**Dónde:**

D<sub>1</sub>= Diámetro mayor de la copa de la planta (m).

D<sub>2</sub>= Diámetro perpendicular a D<sub>1</sub> (m).

$$C_R = \frac{C_{A_i}}{\sum_n C_{A_i}} \times 100$$

Para calcular el **ÁREA BASAL ABSOLUTA (AB<sub>A</sub>) Y ÁREA BASAL RELATIVA (AB<sub>R</sub>)** de las especies arbustivas presentes dentro del área bajo estudio se utilizó la siguiente formula:

$$AB_A = \left[ \sum_{a=1}^n \frac{\pi (d)^2}{4} \right] / T$$

**Dónde:**

d = Diámetro normal en cm

a = Árbol vivo, desde 1 hasta n

$$AB_R = \frac{AB_{A_i}}{\sum_n AB_{A_i}} \times 100$$

**FRECUENCIA ABSOLUTA (F<sub>A</sub>) Y FRECUENCIA RELATIVA (F<sub>R</sub>).** Las fórmulas utilizadas para la obtención de estos datos fueron las siguientes:

**F<sub>A</sub>**=Número de cuadros en donde se encontró la especie/Número total de cuadros muestreados.

$$F_R = \frac{F_{A_i}}{\sum_n F_{A_i}} \times 100$$

**DENSIDAD ABSOLUTA ( $D_A$ ) Y DENSIDAD RELATIVA ( $D_R$ ).** Las fórmulas utilizadas para la obtención de estos datos fueron las siguientes:

$D_A$ = Es el número de individuos de la especie área total muestreada.

$$D_R = \frac{D_{A_i}}{\sum_n D_{A_i}} \times 100$$

**VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA (VIR).** El VIR se obtuvo con lo siguiente:

$$VIR = AB_R + F_R + D_R$$

Para el caso de la estimación del **ÍNDICE DE SHANNON-WIENER ( $H'$ ) Y EL ÍNDICE DE PIELOU ( $J'$ )** se obtuvieron con las siguientes formulas:

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

**Donde  $H'_{\max} = \ln(S)$**

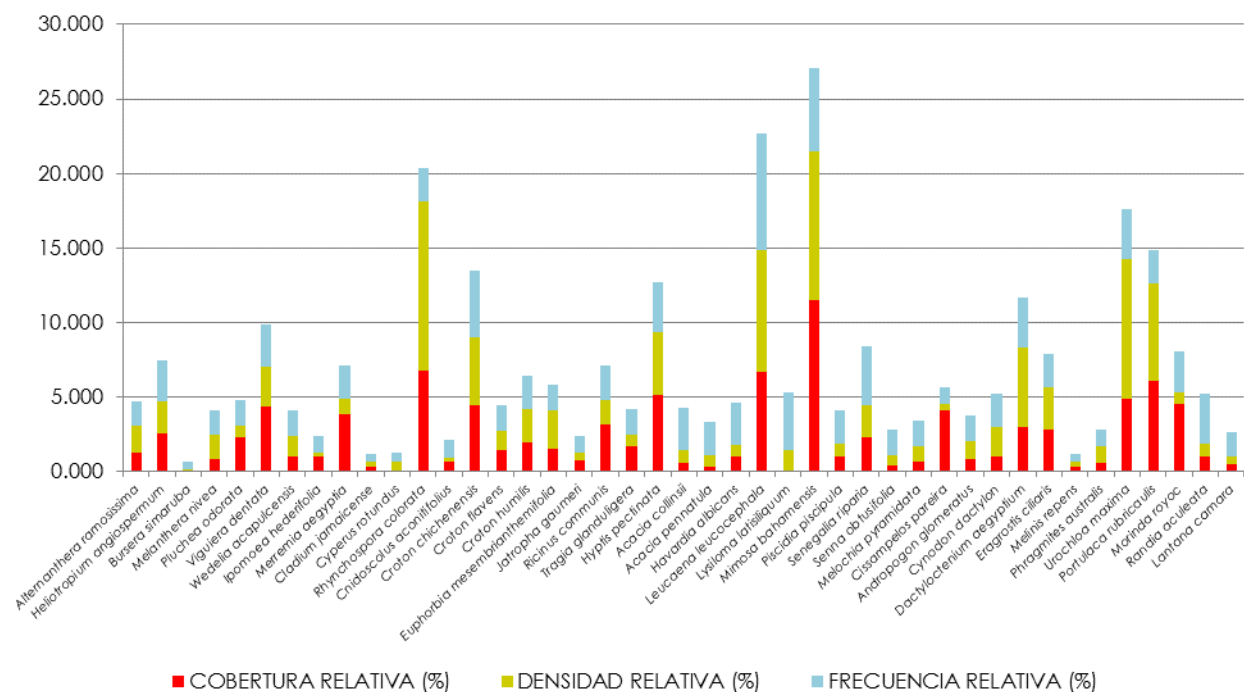
A continuación se presenta la distribución de las especies registradas en los sitios de muestreo del área bajo estudio:

En cuanto al valor de importancia relativa se tiene los siguientes resultados para las 43 especies registradas.

**Tabla 4. 9** Estimación del VIR de las especies registradas.

| ESPECIE                          | COB REL (%) | DENS REL (%) | FREC REL (%) | VIR  |
|----------------------------------|-------------|--------------|--------------|------|
| <i>Alternanthera ramosissima</i> | 1.63        | 1.90         | 1.91         | 5.44 |
| <i>Heliotropium angiospermum</i> | 1.45        | 1.90         | 3.82         | 7.18 |
| <i>Bursera simaruba</i>          | 0.63        | 0.32         | 0.64         | 1.58 |
| <i>Melanthera nivea</i>          | 0.40        | 0.32         | 0.64         | 1.36 |

| ESPECIE                               | COB REL (%) | DENS REL (%) | FREC REL (%) | VIR        |
|---------------------------------------|-------------|--------------|--------------|------------|
| <i>Pluchea odorata</i>                | 0.45        | 0.63         | 1.27         | 2.36       |
| <i>Viguiera dentata</i>               | 2.20        | 0.63         | 1.27         | 4.11       |
| <i>Wedelia acapulcensis</i>           | 0.74        | 1.27         | 1.91         | 3.92       |
| <i>Ipomoea hederifolia</i>            | 3.46        | 1.27         | 2.55         | 7.28       |
| <i>Merremia aegyptia</i>              | 3.96        | 5.40         | 5.73         | 15.09      |
| <i>Cladium jamaicense</i>             | 0.23        | 0.32         | 0.64         | 1.18       |
| <i>Cyperus rotundus</i>               | 1.96        | 1.27         | 2.55         | 5.78       |
| <i>Rhynchospora colorata</i>          | 0.40        | 0.32         | 0.64         | 1.36       |
| <i>Cnidoscolus aconitifolius</i>      | 0.55        | 0.95         | 1.91         | 3.41       |
| <i>Croton chichenensis</i>            | 1.10        | 1.90         | 1.27         | 4.28       |
| <i>Croton flavens</i>                 | 1.23        | 1.90         | 1.27         | 4.41       |
| <i>Croton humilis</i>                 | 0.50        | 1.59         | 0.64         | 2.73       |
| <i>Euphorbia mesembrianthemifolia</i> | 1.30        | 1.59         | 1.91         | 4.80       |
| <i>Jatropha gaumeri</i>               | 6.20        | 1.90         | 3.18         | 11.29      |
| <i>Ricinus communis</i>               | 1.03        | 0.95         | 1.91         | 3.89       |
| <i>Tragia glanduligera</i>            | 0.30        | 1.90         | 1.27         | 3.48       |
| <i>Hyptis pectinata</i>               | 5.94        | 3.49         | 3.18         | 12.62      |
| <i>Acacia collinsii</i>               | 0.23        | 0.32         | 0.64         | 1.18       |
| <i>Acacia pennatula</i>               | 1.03        | 0.63         | 1.27         | 2.94       |
| <i>Havardia albicans</i>              | 1.35        | 1.90         | 0.64         | 3.90       |
| <i>Leucaena leucocephala</i>          | 0.83        | 0.32         | 0.64         | 1.78       |
| <i>Lysiloma latisiliquum</i>          | 0.98        | 0.32         | 0.64         | 1.93       |
| <i>Mimosa bahamensis</i>              | 0.13        | 0.63         | 1.27         | 2.03       |
| <i>Piscidia piscipula</i>             | 6.84        | 11.43        | 3.82         | 22.09      |
| <i>Senegalia riparia</i>              | 0.90        | 0.95         | 0.64         | 2.49       |
| <i>Senna obtusifolia</i>              | 0.10        | 0.32         | 0.64         | 1.05       |
| <i>Melochia pyramidata</i>            | 2.36        | 0.95         | 1.27         | 4.59       |
| <i>Cissampelos pareira</i>            | 3.52        | 3.81         | 4.46         | 11.79      |
| <i>Andropogon glomeratus</i>          | 2.73        | 0.95         | 1.91         | 5.59       |
| <i>Cynodon dactylon</i>               | 0.35        | 0.95         | 1.91         | 3.21       |
| <i>Dactyloctenium aegyptium</i>       | 24.19       | 15.87        | 5.73         | 45.79      |
| <i>Eragrostis ciliaris</i>            | 0.20        | 0.63         | 0.64         | 1.47       |
| <i>Melinis repens</i>                 | 0.48        | 1.59         | 3.18         | 5.25       |
| <i>Phragmites australis</i>           | 0.70        | 3.17         | 1.27         | 5.15       |
| <i>Urochloa máxima</i>                | 0.01        | 0.32         | 0.64         | 0.96       |
| <i>Portulaca rubricaulis</i>          | 0.38        | 1.27         | 1.91         | 3.56       |
| <i>Morinda royoc</i>                  | 0.65        | 0.63         | 1.27         | 2.56       |
| <i>Randia aculeata</i>                | 1.15        | 1.27         | 1.91         | 4.33       |
| <i>Lantana camara</i>                 | 0.23        | 0.32         | 0.64         | 1.18       |
| <b>TOTAL</b>                          | <b>100</b>  | <b>100</b>   | <b>100</b>   | <b>300</b> |



**Gráfico 4.3** Valores de VIR de las especies registradas dentro del área de estudio.

De acuerdo a lo anterior se puede observar que las especies más representativas por su cobertura fueron la *Mimosa bahamensis* (11.54%), *Rhynchospora colorata* (6.80%) y *Leucaena leucocephala* (6.69%). Así mismo, la *Rhynchospora colorata* (11.31%), *Mimosa bahamensis* (9.95%) y *Urochloa maxima* (9.35%) fueron las especies más importantes por su densidad. Por último, las especies con los mayores valores de frecuencia relativa dentro del predio bajo estudio fueron las siguientes: *Leucaena leucocephala* (7.87%), *Mimosa bahamensis* (5.62%) y *Croton chichenensis* (4.49%).

De manera particular se puede indicar que en el predio bajo estudio existen 3 especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR) entre los que se pueden mencionar: *Mimosa bahamensis* (27.11%), *Leucaena leucocephala* (22.70%) y *Rhynchospora colorata* (20.36%).

Por otro lado en cuanto a la estimación de los índices de diversidad y de equidad se tienen los siguientes resultados dentro del predio bajo estudio:

**Tabla 4. 10** Estimación del Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) de las especies registradas en el predio bajo estudio.

| ESPECIE                          | NO. DE IND | ABUND REL (pi) | Ln (pi) | -(pi) x Ln (pi) |
|----------------------------------|------------|----------------|---------|-----------------|
| <i>Alternanthera ramosissima</i> | 12         | 0.018          | -4.0119 | 0.0726          |
| <i>Heliotropium angiospermum</i> | 14         | 0.021          | -3.8577 | 0.0815          |
| <i>Bursera simaruba</i>          | 1          | 0.002          | -6.4968 | 0.0098          |
| <i>Melanthera nivea</i>          | 11         | 0.017          | -4.0989 | 0.0680          |
| <i>Pluchea odorata</i>           | 5          | 0.008          | -4.8873 | 0.0369          |

| ESPECIE                               | NO. DE IND | ABUND REL (pi) | Ln (pi) | -(pi) x Ln (pi) |
|---------------------------------------|------------|----------------|---------|-----------------|
| <i>Viguiera dentata</i>               | 18         | 0.027          | -3.6064 | 0.0979          |
| <i>Wedelia acapulcensis</i>           | 9          | 0.014          | -4.2996 | 0.0584          |
| <i>Ipomoea hederifolia</i>            | 2          | 0.003          | -5.8036 | 0.0175          |
| <i>Merremia aegyptia</i>              | 7          | 0.011          | -4.5509 | 0.0480          |
| <i>Cladium jamaicense</i>             | 2          | 0.003          | -5.8036 | 0.0175          |
| <i>Cyperus rotundus</i>               | 4          | 0.006          | -5.1105 | 0.0308          |
| <i>Rhynchospora colorata</i>          | 75         | 0.113          | -2.1793 | 0.2465          |
| <i>Cnidoscolus aconitifolius</i>      | 2          | 0.003          | -5.8036 | 0.0175          |
| <i>Croton chichenensis</i>            | 30         | 0.045          | -3.0956 | 0.1401          |
| <i>Croton flavens</i>                 | 9          | 0.014          | -4.2996 | 0.0584          |
| <i>Croton humilis</i>                 | 15         | 0.023          | -3.7887 | 0.0857          |
| <i>Euphorbia mesembrianthemifolia</i> | 17         | 0.026          | -3.6636 | 0.0939          |
| <i>Jatropha gaumeri</i>               | 3          | 0.005          | -5.3982 | 0.0244          |
| <i>Ricinus communis</i>               | 11         | 0.017          | -4.0989 | 0.0680          |
| <i>Tragia glanduligera</i>            | 5          | 0.008          | -4.8873 | 0.0369          |
| <i>Hyptis pectinata</i>               | 28         | 0.042          | -3.1646 | 0.1336          |
| <i>Acacia collinsii</i>               | 6          | 0.009          | -4.7050 | 0.0426          |
| <i>Acacia pennatula</i>               | 5          | 0.008          | -4.8873 | 0.0369          |
| <i>Havardia albicans</i>              | 5          | 0.008          | -4.8873 | 0.0369          |
| <i>Leucaena leucocephala</i>          | 54         | 0.081          | -2.5078 | 0.2043          |
| <i>Lysiloma latisiliquum</i>          | 9          | 0.014          | -4.2996 | 0.0584          |
| <i>Mimosa bahamensis</i>              | 66         | 0.100          | -2.3071 | 0.2297          |
| <i>Piscidia piscipula</i>             | 6          | 0.009          | -4.7050 | 0.0426          |
| <i>Senegalia riparia</i>              | 14         | 0.021          | -3.8577 | 0.0815          |
| <i>Senna obtusifolia</i>              | 5          | 0.008          | -4.8873 | 0.0369          |
| <i>Melochia pyramidata</i>            | 7          | 0.011          | -4.5509 | 0.0480          |
| <i>Cissampelos pareira</i>            | 3          | 0.005          | -5.3982 | 0.0244          |
| <i>Andropogon glomeratus</i>          | 8          | 0.012          | -4.4173 | 0.0533          |
| <i>Cynodon dactylon</i>               | 13         | 0.020          | -3.9318 | 0.0771          |
| <i>Dactyloctenium aegyptium</i>       | 35         | 0.053          | -2.9414 | 0.1553          |
| <i>Eragrostis ciliaris</i>            | 19         | 0.029          | -3.5523 | 0.1018          |
| <i>Melinis repens</i>                 | 2          | 0.003          | -5.8036 | 0.0175          |
| <i>Phragmites australis</i>           | 7          | 0.011          | -4.5509 | 0.0480          |
| <i>Urochloa maxima</i>                | 62         | 0.094          | -2.3696 | 0.2216          |
| <i>Portulaca rubricaulis</i>          | 43         | 0.065          | -2.7356 | 0.1774          |
| <i>Morinda royoc</i>                  | 5          | 0.008          | -4.8873 | 0.0369          |
| <i>Randia aculeata</i>                | 6          | 0.009          | -4.7050 | 0.0426          |
| <i>Lantana camara</i>                 | 3          | 0.005          | -5.3982 | 0.0244          |
| <b>TOTAL</b>                          | <b>663</b> |                |         | <b>3.2418</b>   |

**Tabla 4. 11** Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad.

|                              |        |
|------------------------------|--------|
| <b>RIQUEZA (S)</b>           | 43     |
| <b>H' CALCULADA</b>          | 3.2418 |
| <b>H' MAXIMA=Ln (S)</b>      | 3.7612 |
| <b>EQUIDAD (J)=H / H MAX</b> | 0.8619 |
| <b>H MAX-H CAL</b>           | 0.5194 |

El área bajo estudio posee una riqueza específica de 43 especies, las cuales poseen una distribución de 0.8619, con el cual se afirma la reducida dominancia de especies. Las especies de mayor importancia dentro del predio son las siguientes: *Mimosa bahamensis* (27.11%), *Leucaena leucocephala* (22.70%) y *Rhynchospora colorata* (20.36%).

La máxima diversidad que puede alcanzarse dentro del predio es de 3.7612 y la H' calculada fue de 3.2418, lo que nos indica que el predio bajo estudio aún cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada.

### Usos y aprovechamientos de la vegetación

*Usos de vegetación en la zona (especies de uso local y de importación para etnias o grupos locales y especies de interés comercial).*

La mayor parte de las especies vegetales registradas en este estudio, son comunes en la región. Algunas de las especies registradas son de importancia local o regional, y son aprovechadas por los pobladores de la zona. Entre los principales usos que se observan en la zona es el de la leña, melíferas, medicinales y forrajeras, principalmente

**Presencia y distribución de especies vegetales bajo el régimen de protección legal, de acuerdo con la normatividad Ambiental y otros ordenamientos en el área de estudio y de influencia. NOM-059-SEMARNAT-2010.**

En el área de estudio en donde se pretende llevar a cabo el proyecto no se observaron especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por otro lado, se observaron 2 especies endémicas (*Jatropha gaumeri* y *Havardia albicans*) de amplia distribución en todo la península de Yucatán.

### Conclusión del muestreo de Flora realizado:

- La superficie del polígono bajo estudio donde se llevará a cabo el desarrollo del proyecto, corresponde a una zona anteriormente impactada por las actividades del sector primario.
- Dentro del predio bajo estudio se registró en los sitios de muestreo una riqueza específica de flora silvestre de 43 pertenecientes a 40 géneros y 15 familias.
- En las colindancias inmediatas se realiza ganadería, granjas, industria, cultivo de milpa y servicios.

- Las especies endémicas encontradas son de amplia distribución y comunes para la zona.
- El proyecto no afectará ni comprometerá el ecosistema presente en la zona.
- No se considera que en el sitio sea un área o zona crítica para la conservación.
- De manera general, se concluye que las especies vegetales presentes en los cuadrantes son típicas de la vegetación perturbada, cuya presencia es una característica en las áreas impactadas antropogénicamente. Por lo que se considera que la implementación del proyecto no modificará significativamente la composición estructural de las comunidades de las especies vegetales del área del proyecto.
- Las 3 especies con mayor valor de importancia relativa (VIR) corresponden a *Mimosa bahamensis* (27.11%), *Leucaena leucocephala* (22.70%) y *Rhynchospora colorata* (20.36%), las cuales son muy comunes en selvas bajas.
- No se registraron especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Adicionalmente se registró otras 2 especies endémicas de la región y de amplia distribución en toda la península de Yucatán.
- En términos generales se encontró que la diversidad se encuentra cercana a la máxima diversidad esperada.

#### 4.1.2.2 Fauna terrestre

La península de Yucatán ha sido definida de formas variadas. En su concepción más restrictiva, consta solamente de los estados mexicanos de Campeche, Quintana Roo y Yucatán. Esta es una delimitación basada solo en criterios geopolíticos; sin embargo, desde el punto de vista biogeográfico se constituye un área mucho más natural cuando se incluyen adicionalmente la parte norte de Belice y Guatemala. Así constituida, conforma una unidad biogeográfica llamada Provincia Biótica Península de Yucatán (Lundell, 1934; Barrera, 1964, Rzedowski, 1978, Morrone, 2005). En pocas palabras toda esta región presenta una geología, geomorfología, paisaje y biota comunes.

Es así que la Provincia Biótica Península de Yucatán se caracteriza por una combinación de factores geomorfológicos, climáticos, edáficos y una estructura característica de tipos de vegetación, biota animal y vegetal asociada a ellos. Dentro de esta se reconocen al menos dos provincias; la porción más seca y septentrional de la Península denominada Provincia de Yucatán, y la porción más húmeda y más meridional denominada provincia de El Petén (Arriaga et al. 1997, Smith 1941, en Morrone 2005; Espadas et al., 2003). La primera de estas dos estaría incluida en casi en su totalidad en el estado de Yucatán.

De acuerdo a lo anterior se reconoce que la fauna se distribuye conforme a características del hábitat tales, como la heterogeneidad y complejidad vegetal, las características del sustrato, la presencia de competidores y depredadores, así como en respuesta al grado de perturbación (entendida como la actividad atribuible al hombre). Por lo que de acuerdo a la ubicación del proyecto se puede mencionar que la fauna presente dentro del área del predio es probable experimente movimientos de un lado hacia el otro por la vegetación en plena recuperación así como en las áreas de influencia directa del predio.

Es por esto que la importancia del presente estudio radica en hacer un análisis de la composición, la riqueza y la estructura de la fauna silvestre observada dentro del área del proyecto eólico con la finalidad de prevenir o evitar la afectación de las mismas durante el desarrollo del proyecto.

### Fauna silvestre

Con el fin de obtener el mayor reconocimiento posible de la fauna y otras características de la región, se revisaron listados y trabajos elaborados previamente en las áreas de influencia del proyecto. En la siguiente tabla se presenta una comparación de la fauna silvestre con ocurrencia regional con respecto a la que se presenta en el país en su conjunto.

**Tabla 4. 12** Comparativo de la fauna silvestre nacional y regional.

| GRUPO     | MÉXICO | PENÍNSULA | YUCATÁN |
|-----------|--------|-----------|---------|
| Anfibios  | 361    | 43        | 18      |
| Reptiles  | 804    | 139       | 87      |
| Aves      | 1,100  | 550       | 456     |
| Mamíferos | 550    | 151       | 129     |
| Total*    | 2,712  | 883       | 662     |

### Herpetofauna.

No obstante que la Península de Yucatán es una región relativamente pobre en cuanto a los anfibios y reptiles, presenta un número elevado de estas especies con la categoría de endémicas y catalogadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. El mayor porcentaje de las especies de reptiles de la península están conformadas por las lagartijas y las serpientes. En general, las primeras son de hábitos diurnos, mientras que la mayoría de las serpientes son nocturnas y permanecen ocultas debajo de rocas, troncos y oquedades.

Los anfibios y reptiles cuentan con una diversidad amplia de hábitos y distribución de las especies, por lo que mientras que algunas de ellas son notablemente conspicuas, como las iguanas y varias lagartijas, otras son de hábitos poco visibles o que pasan la mayor parte del tiempo arriba de los árboles, caso de varias ranas y serpientes arborícolas, o también por el tamaño o coloración críptica que las hacen difíciles de encontrar durante el día. En la siguiente Tabla se presenta un resumen de las especies de anfibios y reptiles con ocurrencia para la región de la Península de Yucatán.

**Tabla 4. 13** Anfibios y reptiles de la Península de Yucatán. Tomado de Lee, 1996.

| GRUPO            | FAMILIAS | GÉNEROS | ESPECIES |
|------------------|----------|---------|----------|
| 1. Cecílicos     | 1        | 2       | 2        |
| 2. Salamandras   | 1        | 2       | 6        |
| 3. Ranas y sapos | 7        | 15      | 35       |
| 4. Cocodrilos    | 1        | 1       | 2        |
| 5. Tortugas      | 6        | 13      | 16       |



| GRUPO         | FAMILIAS | GÉNEROS | ESPECIES |
|---------------|----------|---------|----------|
| 6. Lagartijas | 11       | 20      | 48       |
| 7. Serpientes | 6        | 48      | 73       |
| Total         | 33       | 101     | 182      |

### Avifauna.

El número de especies de aves que han sido reportadas para la península comprende cerca de la mitad del total registrado para el país, con alrededor de 550 especies. De éstas, más de la mitad se presentan con una ocurrencia potencial del 85% de la superficie peninsular. Sin embargo, la abundancia de estas especies "generalistas" puede variar de un tipo de hábitat a otro (preferencia), o con el grado de perturbación (estructura), extensión del hábitat (área o superficie), e incluso de manera estacional (migraciones). Otro aspecto se presenta con relación a las especies que muestran una mayor dependencia a la presencia de tipos de vegetación específicos.

La distribución para la mayoría de estas especies se puede mostrar con la relación sur-norte de acuerdo a la distribución de la vegetación y, en particular, de la selva mediana perenifolia. Así, de las aproximadamente 100 especies de aves con ocurrencia restringida de manera principal a las selvas altas y medianas, 46 extienden su distribución al norte, siguiendo la distribución de la vegetación, como es el caso de la vegetación primaria de las selvas medianas perenifolias.

Otro grupo de importancia son las aves migratorias, ya que en la Península de Yucatán se han registrado cerca de 190 de estas especies, muchas de las cuales permanecen en la región por largo tiempo, algunas hasta nueve meses, mientras que otras sólo permanecen periodos cortos para recuperar fuerzas y seguir el viaje hasta Sudamérica.

### Mastofauna.

Más de la mitad de las especies de mamíferos reportadas para la Península de Yucatán corresponden a los grupos de roedores y murciélagos. En general, las especies que se localizan en todo el estado de Yucatán. En toda la longitud del camino actual y de los alrededores, la composición y abundancia de la mastofauna se encuentra en relación directa con la composición, tamaño y estructura (entre otras características) de las comunidades vegetales y los hábitats que se presentan.

**Tabla 4. 14** Ordenes presentes en el Estado de Yucatán.

| ORDEN           | ESPECIES DE YUCATÁN |
|-----------------|---------------------|
| Didelphimorphia | 5                   |
| Cingulata       | 1                   |
| Pilosa          | 2                   |
| Primates        | 3                   |

| ORDEN          | ESPECIES DE YUCATÁN |
|----------------|---------------------|
| Rodentia       | 20                  |
| Lagomorpha     | 3                   |
| Chiroptera     | 44                  |
| Carnivora      | 17                  |
| Perissodactyla | 1                   |
| Artiodactyla   | 5                   |
| Cetácea        | 27                  |
| Sirenia        | 1                   |
| <b>TOTAL</b>   | <b>129</b>          |

Por otro lado, para evaluar la fauna de la zona, es importante determinar las áreas de importancia y especies protegidas.

### **Trabajo de Campo.**

Con el fin de determinar los valores de riqueza y abundancia de las especies de fauna terrestre presentes en área del proyecto, se están realizaron muestreos intensivos en los fragmentos con vegetación con el propósito de conocer la diversidad de fauna terrestre (anfibios, reptiles, aves y mamíferos). El trabajo en campo fue desarrollado durante cuatro días: un día para el reconocimiento en campo del predio; tres días para los muestreos de los grupos de fauna terrestre antes mencionados. Todo esto durante el mes de mayo del año 2016.

Las metodologías empleadas consisten en el registro directo de las especies tal como la observación directa o visual (anfibios, reptiles, aves, mamíferos) y la auditiva (para el caso de aves). Los registros indirectos (huellas, excretas, madrigueras, huesos, entre otros) se contemplaron únicamente para realizar los listados totales y verificar la presencia de aquellas especies que no pudieran ser registradas mediante métodos directos. Todo esto enfatizado de manera especial sobre las especies consideradas en alguna categoría de conservación de acuerdo a la normatividad ambiental y otros ordenamientos aplicables en el área del proyecto.

Las metodologías específicas para el muestreo de cada grupo de fauna se describen a continuación:

### **Anfibios y Reptiles.**

La verificación en campo de anfibios y reptiles se realiza mediante el método de transectos en franja con un ancho de banda fijo de 4 metros (dos metros por lado). La distancia total de los transectos fue de 600 m para ambos grupos.

Para el grupo de anfibios, se consideraran los registros únicamente en las primeras horas del día (07:00 a 10:00 hrs. Para el caso de los reptiles se establecieron transectos diurnos (día y tarde) entre los horarios de 11:00 hrs a 14:00 hrs y de 15:00 hrs a 17:00 hrs. Que son los horarios en que

presentan mayor actividad estos grupos. En total se muestrearon 5 transectos (**Tabla 4.15** y **Figura 4.15**) cubriendo una distancia de 3,000 m lineales y abarcando un área de 12,000 m<sup>2</sup> (1.2 ha).

Durante los recorridos se realizó una búsqueda exhaustiva de cada individuo, revisando entre la hojarasca, de bajo de troncos, piedras y sobre las ramas de los árboles y entre los arbustos. Para la identificación de especies se utilizaron las guías de campo de Lee (2000), Campbell (1998), así como el ordenamiento filogenético y la nomenclatura recopilada por Flores-Villela *et al.* (1995) y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de La Biodiversidad (CONABIO, 2012).

### **Aves.**

Para el caso de aves se realizaron puntos de conteo con radio fijo. Este método es descrito por Bibby, y colaboradores (1993) y es uno de los más empleados por investigadores ya que facilita la identificación de un mayor número de especies. Así mismo, el método permite estimar con mayor precisión las abundancias relativas y/o las densidades de las especies de aves, y comparar las poblaciones de una o varias especies en un hábitat por más heterogéneo que este sea (Wunderle, 1994 y Whitman *et al.*, 1997).

Para asegurar el registro de todas las especies e individuos dentro de los puntos de conteo, y considerando la densidad de la vegetación al interior polígono, se definió un radio fijo con una distancia reducida de 15 m tal como lo sugiere Wunderle (1994). De esta manera se evita pasar por alto aquellas especies pequeñas o sigilosas, difíciles de detectar.

La identificación de las especies fue por observación directa (visual) e indirecta (auditiva) y con ayuda de las guías de campo para especies residentes (Howell y Webb, 1994) y para especies migratorias (National Geographic society, 1987 y Sibley, 2003). La nomenclatura empleada fue la propuesta por la Unión Ornitológica americana (2002) (AOU, por sus siglas en ingles).

Para conocer la riqueza de especies que hacen uso directo de los fragmentos de vegetación se contabilizó en cada punto, de manera visual y auditiva, a todos los individuos presentes en su interior, por un periodo de 10 minutos.

Cada punto estuvo separado por una distancia mínima de 200 m. En total se establecieron 18 puntos de conteo (**Tabla 4.16** y **Figura 4.15**). Cada punto de conteo cubrió una superficie de 706.86 m<sup>2</sup>, considerando los 18 puntos se cubrió un área de 12,723.48 m<sup>2</sup> (1.27 ha). Para los individuos registrados fuera del punto de muestreo solamente se anotó el nombre de la especie, con el fin de incluirlas en el listado general.

Los muestreos se realizaron durante los horarios de mayor actividad de las aves, por las mañanas de las 06:00 a 10:00 hrs y en las tardes de 17:00 a 19:00 hrs.

## **Mamíferos medianos.**

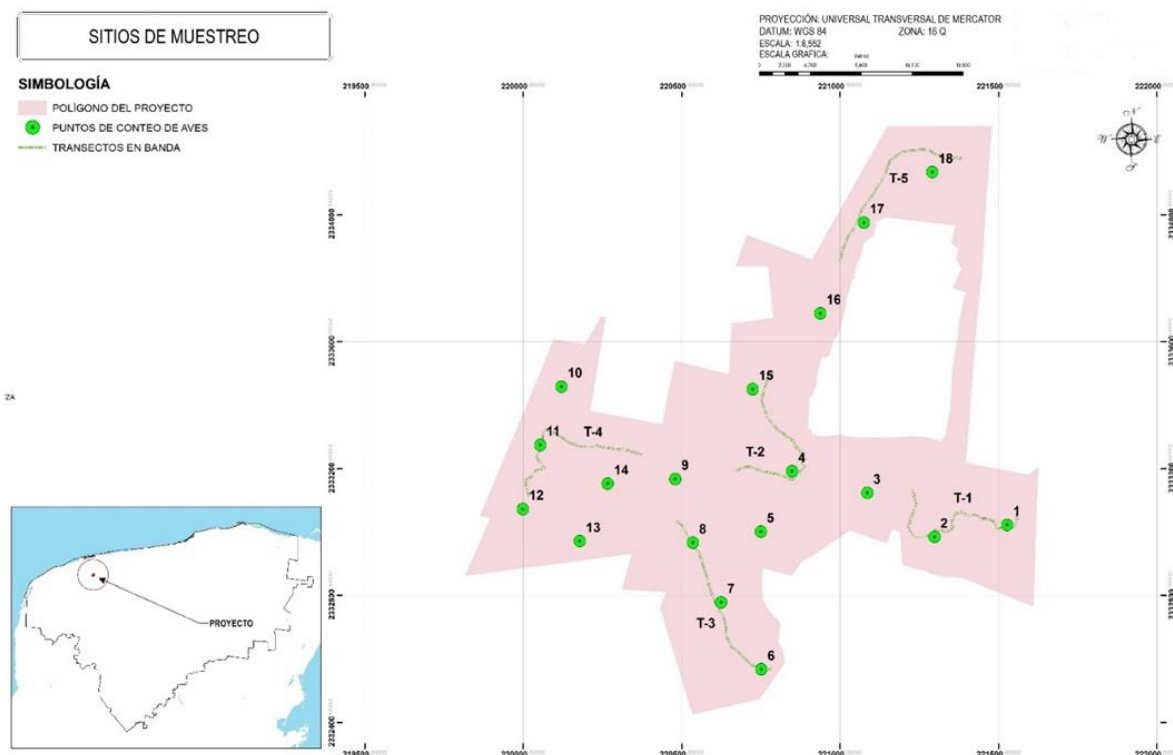
La presencia de los mamíferos (exceptuando roedores y quirópteros) se registró mediante métodos directos (observaciones diurnas y nocturnas) e indirectos por medio de rastros (huellas, excretas, pelos, comederos, rascaderos, madrigueras, nidos) siguiendo las recomendaciones hechas por Mandujano y Aranda (1993), Reid (1997) y Aranda (2000).

La estimación de las abundancias y densidades se efectuó en base al número de registros obtenidos de manera visual, empleando el método de transecto en franja descrito por Mandujano y Aranda (1993) y Aranda (2000).

Durante el presente estudio se realizaron 5 transectos (**Tabla 4.15** y **Figura 4.15**) con una longitud de 600 m. Los transectos fueron realizados dentro de los caminos y en los parches de vegetación presente, se definió un ancho de banda de 10 m por cada lado para con ello poder estimar las densidades de las especies observadas. En total se obtuvieron 3,000 m lineales con un ancho de banda de 20 m, abarcando una superficie de 60,000 m<sup>2</sup> (6 ha). Los recorridos se realizaron de día (07:00 a 11:00 hrs y 13:000 a las 19:00 hrs).

## **Material y Equipo**

Durante el trabajo de campo se requirió del apoyo de materiales y equipos tales como: sombrero, camisola de manga larga, pantalón de mezclilla grueso y ancho, botas con casquillo y suela antiderrapantes, GPS (Garmin ETREX,), cámaras para la obtención de fotos, binoculares, vara herpetológica, cinta biodegradable, guías de reptiles y anfibios, guías de aves, guías de mamíferos, etc.



**Figura 4. 15** Ubicación de los transectos lineales que se tomaron de base para el monitoreo de la fauna silvestre, así como los puntos de conteo de aves realizados en el muestreo de campo.

**Tabla 4. 15** Coordenadas de los puntos de inicio y fin de cada transecto establecido para el muestreo.

| TRANSECTO | Coordenadas UTM 16 N |            |           |            |
|-----------|----------------------|------------|-----------|------------|
|           | INICIO               |            | FINAL     |            |
|           | X                    | Y          | X         | Y          |
| 1         | 221557.91            | 2333064.19 | 221229.42 | 2333135.54 |
| 2         | 220671.14            | 2333192.97 | 220787.78 | 2333503.92 |
| 3         | 220785.71            | 2332569.47 | 220482.59 | 2333034.60 |
| 4         | 220373.78            | 2333243.97 | 220017.92 | 2333112.56 |
| 5         | 220997.66            | 2333854.47 | 221383.29 | 2334177.03 |

**Tabla 4. 16** Coordenadas de los puntos de muestreo establecidos para el grupo de aves.

| PUNTOS DE CONTEO | UTM WGS84 16Q |         |
|------------------|---------------|---------|
|                  | X             | Y       |
| 1                | 221526        | 2333022 |
| 2                | 221297        | 2332984 |
| 3                | 221085        | 2333123 |
| 4                | 220848        | 2333191 |
| 5                | 220749        | 2333001 |
| 6                | 220751        | 2332567 |
| 7                | 220624        | 2332778 |
| 8                | 220535        | 2332966 |

|    |        |         |
|----|--------|---------|
| 9  | 220479 | 2333167 |
| 10 | 220120 | 2333458 |
| 11 | 220053 | 2333274 |
| 12 | 219998 | 2333072 |
| 13 | 220178 | 2332971 |
| 14 | 220266 | 2333152 |
| 15 | 220723 | 2333450 |
| 16 | 220937 | 2333689 |
| 17 | 221074 | 2333975 |
| 18 | 221290 | 2334134 |

## Análisis de Datos

### Base de datos

Toda la información generada fue capturada en hojas de campo, con la intención de registrar a las especies y al número de individuos observados. En las hojas de datos se anotó la fecha, el punto o transecto que estaba siendo muestreado, el nombre del observador, la hora de inicio de cada unidad de muestreo (transecto o punto de conteo) y el estado de la vegetación.

### Riqueza de especies

Para conocer la riqueza de las especies, se definieron los sitios de muestreo con el fin de que representen de manera homogénea los fragmentos de vegetación presentes al interior del polígono. Durante la aplicación de las metodologías ya descritas, se anotaron las especies que eran observadas dentro y fuera de los transectos y/o puntos de conteo. Así mismo se consideraron datos sobre registros indirectos como es el caso de huellas, excretas, madrigueras, entre otros con el fin de poder confirmar la presencia del mayor número de especies.

**Abundancia:** expresada como el número total de individuos encontrados en un área determinada.

### Densidad e índice de abundancia relativa

La densidad de las diferentes especies se refleja cómo número de individuos por unidad de área. Para el presente estudio se empleara la hectárea como unidad de medición para anfibios, reptiles y aves, y para mamíferos medianos se empleara el km<sup>2</sup>. Para obtener este valor se consideró el promedio (de las dos replicas) de las abundancias totales por cada grupo, la superficie total muestreado por grupo y el valor del factor de conversión de metros a hectáreas (10,000 m<sup>2</sup>) y de metros a kilómetros (1,000,000 m<sup>2</sup>)

Para la metodología de transecto en franja se empleó la siguiente fórmula:

$$D = \frac{n}{A} \times (fc)$$

$$\frac{(L)(2*w)}{}$$

D= densidad

n= promedio del número de individuos registrados dentro del transecto.

L= largo total de los transectos en metros

w= ancho del transecto en metros

fc= factor de conversión.

Para la metodología de puntos de conteos se empleó la siguiente fórmula:

$$D = \frac{n}{(3.1416)(r^2)(30)} * (fc)$$

D= densidad

n= promedio del número de individuos registrados dentro de los puntos de conteo

r= radio del punto de conteo

fc= factor de conversión.

**Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H')**: es uno de los índices más utilizados para determinar la diversidad de especies un determinado hábitat. Porque considera que los individuos son muestreados al azar y todas las especies están representadas en las muestras (Moreno 2001). Este índice se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$H' = -\sum P_i * \ln P_i$$

**Donde:**

H' = Índice de Shannon-Wiener

Pi = Abundancia relativa

Ln = Logaritmo natural.

**Índice de Equidad de Pielou (J)**: mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988). El índice de equidad se calcula de la siguiente manera:

$$J = H' / H' \text{ máx}$$

**Donde:**

J= Índice de equidad de Pielou

H' = Índice de diversidad de Shannon-Wiener

H' máx.= Ln (S).

S= número de especies

## RESULTADOS

### Composición faunística.

Con base a los muestreos realizados en el área del proyecto y sus zonas de influencia, se logró verificar la presencia de 51 especies de vertebrados terrestres, siendo el grupo de las aves el



de mayor riqueza con 37 especies, seguida del grupo de reptiles con 7, los mamíferos con 5 y el grupo de los anfibios está representado por 2 especies (Ver listado faunístico **Anexo 4**).

Del total de especies verificadas, tres son endémicas a la Provincia Biótica de la Península de Yucatán y una está enlistada de la NOM-059-SEMARNAT-2010 como amenazada.

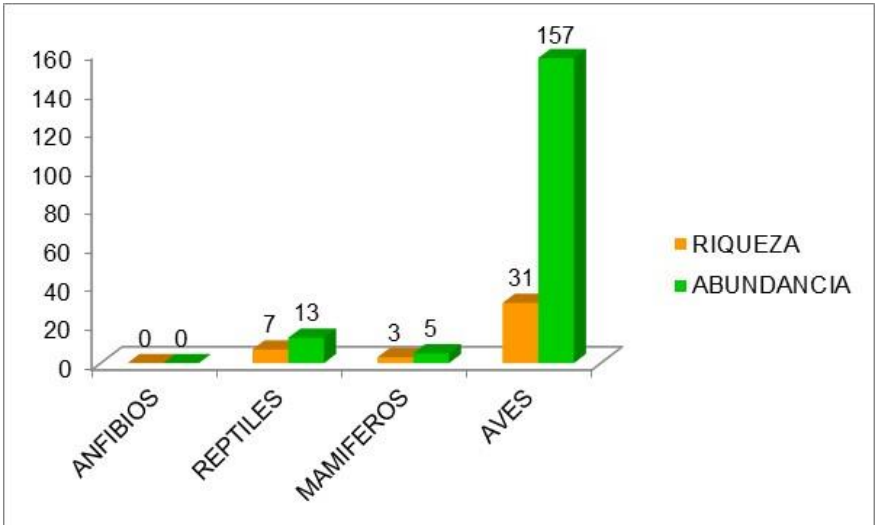
**Tabla 4. 17** Número de especies verificadas en el sitio de estudio, número de especies endémicas y catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

| GRUPO     | RIQUEZA TOTAL | ENDEMISMOS | NOM-059-SEMARNAT-2010 |   |   |   |
|-----------|---------------|------------|-----------------------|---|---|---|
|           |               |            | PR                    | A | P | E |
| Anfibios  | 2             | 0          | 0                     | 0 | 0 | 0 |
| Reptiles  | 7             | 2          | 0                     | 1 | 0 | 0 |
| Mamíferos | 5             | 0          | 0                     | 0 | 0 | 0 |
| Aves      | 37            | 3          | 1                     | 0 | 0 | 0 |
| Total     | 51            | 5          | 1                     | 1 | 0 | 0 |

Pr: Bajo protección especial; A: Amenazada; P: En peligro de extinción; E. especie probablemente extinta.

Del total de especies verificadas, cinco son endémicas a la Provincia Biótica de la Península de Yucatán, una especies es consideradas como prioritarias para la conservación y una considerada como amenazada, debido a que sus poblaciones se encuentran en un estado de deterioro crítico, razón por la cual han sido catalogadas en la Norma 059 SEMARNAT 2010.

Por otra parte para el análisis estadístico únicamente se pudo contar con las especies que fueron avistadas o registradas dentro de los transectos o puntos de conteo. Por lo que de acuerdo a esto se registraron 41 especies de vertebrados terrestres, siendo el grupo de las aves el de mayor riqueza con 31 especies, seguida del grupo de reptiles con 7, los mamíferos con 3 y para el caso del grupo de los anfibios estos no fueron avistados dentro de nuestros sitios de muestreo.



**Gráfico 4. 4** Representatividad de los grupos faunísticos.

A continuación se presenta los resultados por grupos de vertebrados.

### Anfibios.

Los anfibios representan el eslabón entre la vida en el medio acuático y la adaptación a la vida terrestre, por lo que estos tienen requerimientos muy específicos para su sobrevivencia y reproducción. Debido a lo anterior a que las áreas muestreadas no se encontraban cuerpos de agua, no fue posible detectar la presencia de ejemplares de este grupo dentro, esto también influenciado por la época de secas, no fue posible realizar los estadísticos para este grupo.

Sin embargo dentro del predio del proyecto específicamente dentro de las áreas de amortiguamiento de este, debido a que el sitio fue utilizado como banco de material pétreo se pueden observar algunas pequeñas charcas de agua, donde fueron observados dos especies de anfibios, el sapo marino (*Rhinella marina*) y el sapo costero (*Incilius valliceps*). Ambas especies habitan sitios terrestres de áreas abiertas en bosques húmedos y secos, manglares y numerosos tipos de hábitats, especialmente cerca de ríos y junto a habitaciones humanas. Viven en hábitats degradados y ambientes creados por el hombre como caminos, carreteras, en temperaturas que pueden variar entre 5 y 42 °C.

En el caso específico del sapo marino (*R. marina*) esta es una especie abundante especialmente en zonas tropicales. No existen mayores amenazas ya que es una especie invasiva muy adaptable a condiciones de intervención humana. Su madurez sexual la adquieren en un año en zonas tropicales y en dos en zonas templadas. No defienden territorios aunque sus ámbitos hogareños pueden ser grandes, con promedios de 340 m<sup>2</sup>. Pueden sobrevivir por largos periodos sin agua y perder hasta el 52.5% del agua del cuerpo antes de desecarse.

### Reptiles.

Se verifico la presencia de siete especies de reptiles. Estos registros representan el 11.29% de las 62 especies registradas para la región (Brito-Castillo, 1998; Lee, 2000; González-Escamilla, 2004; González-Martínez, 2006).

**Tabla 4. 18** Abundancias totales, frecuencia de aparición y densidad de las especies de reptiles verificadas al interior de los transectos.

| Especie                         | ABT       | DEN        | $p_i$  | $\ln(p_i)$ | $H' = -(p_i \times \ln(p_i))$ |
|---------------------------------|-----------|------------|--------|------------|-------------------------------|
| <i>Basiliscus vittatus</i>      | 2         | 0.8        | 0.1538 | -1.8718    | 0.2880                        |
| <i>Ctenosaura similis</i>       | 1         | 0.4        | 0.0769 | -2.5649    | 0.1973                        |
| <i>Sceloporus chrysostictus</i> | 3         | 1.3        | 0.2308 | -1.4663    | 0.3384                        |
| <i>Anolis sericeus</i>          | 1         | 0.4        | 0.0769 | -2.5649    | 0.1973                        |
| <i>Aspidoscelis angusticeps</i> | 4         | 1.7        | 0.3077 | -1.1787    | 0.3627                        |
| <i>Drymarchon melanurus</i>     | 1         | 0.4        | 0.0769 | -2.5649    | 0.1973                        |
| <i>Drymobius margaritiferus</i> | 1         | 0.4        | 0.0769 | -2.5649    | 0.1973                        |
| <b>TOTAL</b>                    | <b>13</b> | <b>5.4</b> |        |            | <b>1.7782</b>                 |

ABT: abundancia total; DEN: densidad por hectárea; ( $p_i$ ): abundancia relativa LN: logaritmo natural;  $H'$ : formula de Shannon Wiener.

En lo que respecta a las especies presentes en la NOM-059-SEMARNAT-2010, estas tuvieron abundancias y densidades bajas, en las cuales solo se registró 1 individuos y con una densidad de 0.4 ind/ha. Por su parte el merech rayado (*A. angusticeps*) resulto tener las mayores abundancias totales registrándose en todo el estudio 4 individuos lo que representa el 30.77% de los individuos totales registrados durante todo el estudio y obtuvo una densidad de 1.7 ind/ha, seguido de la merech (*S. chrysostictus*) con una densidad de 1.3 ind/ha, tal y como se aprecia en la tabla anterior.

Este grupo poseen una distribución de  $J'=0.9138$ , con el cual se puede decir que la presencia de especies dominantes dentro de este grupo es reducida. La máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de los reptiles en nuestra área de estudio es de 1.9459 y la  $H'$  calculada fue de 1.7782, lo que nos indica que nuestro grupo faunístico se encuentra cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada dentro del predio.

**Tabla 4. 19** Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los reptiles del predio bajo estudio.

| REPTILES              |        |
|-----------------------|--------|
| RIQUEZA (S)           | 7      |
| H' CALCULADA          | 1.7782 |
| H' MAXIMA=Ln (S)      | 1.9459 |
| EQUIDAD (J)=H / H MAX | 0.9138 |

Todas estas especies son comunes en la Península de Yucatán y de amplia distribución (Lee, 2000). De manera particular, la iguana rayada (*C. similis*), a pesar de que se encuentra protegida bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010 es una especie común en las zonas urbanas del estado de Yucatán, su capacidad de adaptación es amplia, debido a que utilizan pequeñas oquedades como: bloques de bardas, piedras amontonadas y espacios entre los techos de las casas por mencionar algunos. Su alimentación es variada en general son herbívoros, y comen especialmente frutas leguminosas, pero también se sabe que tienen una dieta carnívora que se compone de diversos animales pequeños. Los animales juveniles son principalmente insectívoros, cambiando luego al hábito herbívoro como los adultos.

### Aves

En lo que refiere a la información obtenida al interior de los puntos de conteo se registraron 31 especies de las 37 verificadas al interior del predio.

**Tabla 4. 20** Abundancias totales, densidad de las especies de aves verificadas al interior de los puntos de conteo.

| Especie                          | ABT | DEN          | $p_i$  | $\ln(p_i)$ | $H' = -(p_i) \times \ln(p_i)$ |
|----------------------------------|-----|--------------|--------|------------|-------------------------------|
| <i>Colinus nigrogularis</i>      | 4   | 1.57         | 0.0255 | -3.6700    | 0.0935                        |
| <i>Zenaida asiatica</i>          | 10  | 3.93         | 0.0637 | -2.7537    | 0.1754                        |
| <i>Columbina talpacoti</i>       | 8   | 3.14         | 0.0510 | -2.9768    | 0.1517                        |
| <i>Leptotila verreauxi</i>       | 4   | 1.57         | 0.0255 | -3.6700    | 0.0935                        |
| <i>Crotophaga sulcirostris</i>   | 7   | 2.75         | 0.0446 | -3.1103    | 0.1387                        |
| <i>Chordeiles acutipennis</i>    | 8   | 3.14         | 0.0510 | -2.9768    | 0.1517                        |
| <i>Nyctidromus albicollis</i>    | 4   | 1.57         | 0.0255 | -3.6700    | 0.0935                        |
| <i>Amazilia rutila</i>           | 1   | 0.39         | 0.0064 | -5.0562    | 0.0322                        |
| <i>Melanerpes aurifrons</i>      | 2   | 0.79         | 0.0127 | -4.3631    | 0.0556                        |
| <i>Thamnophilus doliatus</i>     | 2   | 0.79         | 0.0127 | -4.3631    | 0.0556                        |
| <i>Myiarchus tyrannulus</i>      | 4   | 1.57         | 0.0255 | -3.6700    | 0.0935                        |
| <i>Pitangus sulphuratus</i>      | 8   | 3.14         | 0.0510 | -2.9768    | 0.1517                        |
| <i>Myiozetetes similis</i>       | 5   | 1.96         | 0.0318 | -3.4468    | 0.1098                        |
| <i>Tyrannus melancholicus</i>    | 2   | 0.79         | 0.0127 | -4.3631    | 0.0556                        |
| <i>Pachyrhamphus aglaiae</i>     | 3   | 1.18         | 0.0191 | -3.9576    | 0.0756                        |
| <i>Vireo pallens</i>             | 2   | 0.79         | 0.0127 | -4.3631    | 0.0556                        |
| <i>Cyclarhis gujanensis</i>      | 4   | 1.57         | 0.0255 | -3.6700    | 0.0935                        |
| <i>Cyanocorax yucatanicus</i>    | 7   | 2.75         | 0.0446 | -3.1103    | 0.1387                        |
| <i>Troglodytes aedon</i>         | 11  | 4.32         | 0.0701 | -2.6584    | 0.1863                        |
| <i>Pheugopedius maculipectus</i> | 9   | 3.54         | 0.0573 | -2.8590    | 0.1639                        |
| <i>Polioptila caerulea</i>       | 3   | 1.18         | 0.0191 | -3.9576    | 0.0756                        |
| <i>Turdus grayi</i>              | 2   | 0.79         | 0.0127 | -4.3631    | 0.0556                        |
| <i>Mimus gilvus</i>              | 8   | 3.14         | 0.0510 | -2.9768    | 0.1517                        |
| <i>Geothlypis poliocephala</i>   | 2   | 0.79         | 0.0127 | -4.3631    | 0.0556                        |
| <i>Volatinia jacarina</i>        | 8   | 3.14         | 0.0510 | -2.9768    | 0.1517                        |
| <i>Cardinalis cardinalis</i>     | 2   | 0.79         | 0.0127 | -4.3631    | 0.0556                        |
| <i>Arremonops rufivirgatus</i>   | 7   | 2.75         | 0.0446 | -3.1103    | 0.1387                        |
| <i>Quiscalus mexicanus</i>       | 12  | 4.72         | 0.0764 | -2.5713    | 0.1965                        |
| <i>Icterus cucullatus</i>        | 2   | 0.79         | 0.0127 | -4.3631    | 0.0556                        |
| <i>Icterus auratus</i>           | 3   | 1.18         | 0.0191 | -3.9576    | 0.0756                        |
| <i>Icterus gularis</i>           | 3   | 1.18         | 0.0191 | -3.9576    | 0.0756                        |
|                                  | 157 | <b>61.70</b> |        |            | <b>3.2532</b>                 |

ABT: abundancia total; DEN: densidad por hectárea; ( $p_i$ ): abundancia relativa LN: logaritmo natural;  $H'$ : formula de Shannon Wiener.

Del total de especies verificadas dentro de los puntos de conteo 3 son endémicas de la provincia biótica de la península de Yucatán como son el codorniz yucateca (*C. nigrogularis*), la chara yucateca (*C. yucatanicus*) y el bolsero yucateco (*I. auratus*); así mismo una especies se encuentran catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: la cual se encuentran bajo protección especial, el vireo manglero (*V. pallens*).

En total se contabilizaron 157 individuos de los cuales las especies de mayor abundancia fueron: el zanate mexicano (*Q. mexicanus*), el Chivirín saltapared (*T. aedon*), la paloma ala blanca (*Z. asiática*) y el Albarradero moteado (*P. maculipectus*) quienes registraron de 9 a 12 individuos, los cuales cuentan con densidades que van de los 3.54 a 4.72 ind/ha.

En lo que respecta a las especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 únicamente se registró una especie dentro de los puntos de conteo con densidades menores a un individuo por hectárea (0.79 ind/ha) este correspondió al vireo manglero (*V. pallens*). Con respecto a las especies endémicas a la provincia biótica de la Península de Yucatán, una de ellas presento densidades mayores a 2 individuos por hectárea: la chara yucateca (*C. yucatanicus*) con 2.75 ind/ha. A estas especies le sigue el codorniz yucateca (*C. nigrogularis*) con 1.57 ind/ha, y el bolsero yucateco (*I. auratus*) con 1.184 ind/ha.

Por otra parte la máxima diversidad que puede alcanzar este grupo en nuestra área de estudio es de 3.4340 y la H´ calculada fue de 3.2532, lo que nos indica que nuestro grupo faunístico se encuentra cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada dentro del predio. Este grupo poseen una distribución de J´=0.9473, con el cual se puede decir que la presencia de especies dominantes dentro de este grupo es reducida.

**Tabla 4. 21** Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de las aves del predio bajo estudio.

| AVES                  |        |
|-----------------------|--------|
| RIQUEZA (S)           | 31     |
| H' CALCULADA          | 3.2532 |
| H' MAXIMA=Ln (S)      | 3.4340 |
| EQUIDAD (J)=H / H MAX | 0.9473 |

Todas estas especies resultan ser muy comunes de las selvas tropicales de la Península de Yucatán (Howell y Web, 1995) y se han visto favorecidas por la presencia de las actividades agropecuarias y por la presencia de fragmentos con vegetación semiabierta y de sucesiones secundarias en etapas tempranas de recuperación como sucede en el predio. En especial especies como el azulejo (*P. cyanea*), el semillero oliváceo (*A. rufivirgatus*) el semillero brincador (*V. jacarina*) se ven favorecidos principalmente por áreas donde el estrato arbustivo está bien representado o en zonas donde existen pastizales inducidos como en la zonas ganaderas y agrícolas (Howell y Webb, 1995).

### Mamíferos

Se verifico la presencia de tres especies de mamíferos entre los que se encuentra el conejo (*S. floridanus*), la zorrita gris (*U. cinereoargenteus*) y el zorrillo manchado (*S. angustifrons*)

**Tabla 4. 22** Abundancias, frecuencias y densidades de las especies de mamíferos medianos observados al interior de los transectos.

| Especie                         | ABT      | DEN          | $p_i$  | $\ln(p_i)$ | $H' = -(p_i \times \ln(p_i))$ |
|---------------------------------|----------|--------------|--------|------------|-------------------------------|
| <i>Sylvilagus floridanus</i>    | 3        | 25.00        | 0.6000 | -0.5108    | 0.3065                        |
| <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | 1        | 8.33         | 0.2000 | -1.6094    | 0.3219                        |
| <i>Spilogale angustifrons</i>   | 1        | 8.33         | 0.2000 | -1.6094    | 0.3219                        |
| <b>TOTAL</b>                    | <b>5</b> | <b>41.67</b> |        |            | <b>0.9503</b>                 |

ABT: abundancia total; DEN: densidad por kilómetro cuadrado; ( $p_i$ ): abundancia relativa LN: logaritmo natural;  $H'$ : formula de Shannon Wiener.

Ninguna resulto estar catalogada bajo algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ni son endémicas de la región.

En base a la información de campo se tienen que fue el conejo (*S. floridanus*), quien tuvo las mayores abundancias con 3 individuos y una densidad de 25 ind/km<sup>2</sup>. El resto de las especies tuvieron densidades de 8.33 ind/km<sup>2</sup> debido a que solamente se registró un individuo durante todo el estudio.

**Tabla 4. 23** Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los mamíferos del predio bajo estudio.

| MAMÍFEROS             |        |
|-----------------------|--------|
| RIQUEZA (S)           | 3      |
| H' CALCULADA          | 0.9503 |
| H' MAXIMA=Ln (S)      | 1.0986 |
| EQUIDAD (J)=H / H MAX | 0.8650 |

La máxima diversidad que puede alcanzar este grupo en nuestra área de estudio es de 1.0986 y la  $H'$  calculada fue de 0.9503, lo que nos indica que nuestro grupo faunístico no se encuentra lejos de alcanzar la máxima diversidad esperada dentro del predio. Este grupo poseen una distribución de  $J'=0.8650$ , con el cual se puede decir que la presencia de especies dominantes dentro de este grupo es reducida.

## ANÁLISIS DE LA FAUNA ENCONTRADA

De manera general se puede mencionar que la riqueza de especies presentes al interior del predio resulta ser baja para los grupos de anfibios, reptiles, mamíferos, con menos del 10% de las especies con distribución potencial y que han sido descritas para las selvas de la región (Gonzalez-Martínez, 2002; Peña-Peniche, 2006; Chablé.Santos, *et al.*, 2008, Acosta-Lugo *et al.*, 2010; Chablé-Santos y Sosa-Escalante, 2010), así mismo es importante considerar que el presente estudio se basó en un solo ambiente. Por lo que las bajas riquezas pudiera deberse a que mucha de la información presentada para la región considera otros ambientes como las asociaciones vegetales con selvas inundables, áreas agrícolas entre otros, ó como en el caso particular de los mamíferos, los estudios en la región también incluyen a las especies de mamíferos pequeños

como los roedores o los quirópteros (Chablé-Santos, *et al.*, 2008, Acosta-Lugo *et al.*, 2010; Chablé-Santos y Sosa-Escalante, 2010).

En lo que respecta a la composición de las comunidades de fauna, la mayoría de las especies verificadas se consideran especies generalistas y sin necesidades específicas para la alimentación, reproducción y anidación. Muchas de estas especies han sido descritas como comunes de las selvas tropicales, incluidas las selvas bajas y medianas, en algunos de los casos están asociadas a selvas con cierto avance de recuperación como es el caso de especies como el sapo común (*B. valliceps*), la lagartija arcoíris (*H. undulata*), la lagartija merech (*S. chrysostictus*), especies de aves como el halcón huaco (*H. cachinans*), el pavo ocelado (*M. ocellata*), el perico pecho sucio (*A. nana*), la paloma arroyera (*L. verrauxi*), el cuclillo canela (*P. cayana*), el carpintero yucateco (*M. pygmaeus*), el cardenal (*C. cardinalis*), el rascador oliváceo (*A. rufivirgatus*) y como especies de mamíferos medianos especies como el tejón (*N. narica*) e inclusive el venado cola blanca (*O. virginianus*) (Reid, 1997; Brito-Castillo, 1998; Howell y Webb, 1998; Lee, 2000; Chable-Santos, *et al.*, 2006; Gonzalez-Martinez, 2006; Chable-Santos, 2009; Herrera-Gonzalez, 2009; Chable-Santos y Sosa-Escalante, 2010).

Por otra parte, a pesar de que muchas de estas especies son más frecuentes de observar en selvas con algún grado de recuperación como acahuales, muchas veces presentan una gran capacidad para adecuarse a selvas con etapas tempranas de recuperación. En mucho de los casos estas especies pueden llegar a adaptarse a fragmentos reducidos de selvas y con un alto grado de perturbación como son las áreas cercanas a las zonas urbanas y rurales (Reid, 1997; Brito-Castillo, 1998; Howell y Webb, 1998; Lee, 2000; Chable-Santos, *et al.*, 2006).

Por lo que se puede concluir que el sitio del proyecto y su área de influencia directa no conforman alguna zona de reproducción y/o alimentación significativa de fauna terrestre relevante o en riesgo, debido a la perturbación previa y actual, así como las actividades que tienen lugar en el área y sus colindancias. Las zonas de reproducción y/o anidación importantes del Estado de Yucatán, así como los corredores biológicos de importancia se encuentran hacia y en la costa norte, precisamente en los polígonos de las reservas naturales existentes de competencia estatal y federal, así como en la porción sur de la entidad.

### 4.1.3 Paisaje

El concepto de paisaje tiene varias maneras de concebirlo y también de abordar su análisis. De manera general se puede afirmar que el estudio del paisaje se puede enfocar desde dos aproximaciones: el paisaje total y el paisaje visual.

En la primera, en lo que concierne al paisaje total, el interés se centra en el estudio del paisaje como indicador o fuente de información sintética del territorio, en donde el paisaje es un conjunto de fenómenos naturales y culturales referidos a un territorio. Dicho conjunto posee una estructura ordenada no reductible a la suma de sus partes, sino que constituye un sistema de relaciones en el que los procesos se encadenan.



En la segunda aproximación, referente al paisaje visual, la atención se dirige hacia lo que el observador es capaz de percibir en ese territorio, el paisaje como expresión espacial y visual del medio. Se contempla o analiza aquello que el hombre ve, que son los aspectos visibles de la realidad<sup>1</sup>.

Para evaluar la calidad del paisaje, existe la dificultad de ser un componente básicamente subjetivo, pero destacan tres criterios básicos: la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad visual, los cuales se definen a continuación:

- La visibilidad: se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada.
- La calidad paisajística: incluye tres elementos de percepción: las características intrínsecas del sitio, la calidad visual del entorno inmediato y la calidad del fondo escénico.
- La fragilidad del paisaje: es la capacidad del mismo para absorber los cambios que se produzcan en él. La fragilidad está conceptualmente unida a los atributos anteriormente descritos. Los factores que la integran se pueden clasificar en biofísicos (suelos, estructura y diversidad de la vegetación, contraste cromático) y morfológicos (tamaño y forma de la cuenca visual, altura relativa, puntos y zonas singulares).

Además se consideraron otros dos criterios:

- Frecuencia de la presencia humana: no es lo mismo un paisaje prácticamente sin observadores que uno muy frecuentado, ya que la población afectada es superior en el segundo caso.
- Singularidades paisajísticas: o elementos sobresalientes de carácter natural o artificial.

Teniendo en cuenta lo expresado por Martínez (2003), se procedió a evaluar el paisaje del área de estudio y área del proyecto.

**Tabla 4. 24 Paisaje en el área del estudio**

| CRITERIO             | CALIFICACIÓN | SUSTENTO   |
|----------------------|--------------|--|
| Visibilidad          | Baja         | Debido a que el área de estudio es una zona plana sin elevaciones topográficas que permitan tener una visión panorámica del área.                              |
| Calidad paisajística | Baja         | En el área y en la zona áreas agropecuarias y zonas urbanizadas, además el área que ocupara el proyecto ya fue utilizada para la extracción de materia pétreo. |

<sup>1</sup> Martínez Vega, J., Martín Isabel M. P. y Romero Calcerrada, R. (2003): "Valoración del paisaje en la zona de especial protección de aves carrizales y sotos de Aranjuez (Comunidad de Madrid)", GeoFocus (Artículos), nº 3, p. 1-21. ISSN: 1578-5157

| CRITERIO                          | CALIFICACIÓN | SUSTENTO  |
|-----------------------------------|--------------|---|
| Fragilidad del paisaje            | Baja         | Como se ha mencionado el área del predio ya fue modificada, y solamente en los alrededores existen fragmentos de vegetación secundaria, el resto de la zona es ocupada por áreas urbanas, otras industrias y actividades agropecuarias. |
| Frecuencia de la presencia humana | Alta         | En el área de estudio es común la presencia humana debido a que en los alrededores hay poblaciones e industrias.  |
| Singularidades paisajísticas      | Baja         | No existen singularidades paisajísticas   |

#### 4.1.4 Medio socioeconómico

Los aspectos sociales y económicos aquí enmarcados se refieren principalmente al municipio de Mérida, el cual posee una gran variedad de características socioeconómicas, a las localidades que son incididas directamente por el proyecto y cuyas características sociales y económicas se verán modificadas por el desarrollo del proyecto.

Por otra parte de acuerdo al Sistema Ambiental delimitado se tomó en consideración al municipio de Mérida

A continuación se presenta un análisis de las condiciones socioeconómicas del sistema ambiental delimitado y de las poblaciones que se encuentran dentro del contexto del proyecto.

#### DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS DE LA ZONA DE ESTUDIO DELIMITADA

##### a) Demografía

##### Municipio de Mérida

La población total de este municipio es de 830,732 habitantes, siendo la población masculina 401,340 personas y la población femenina de 429,392. La población total del municipio representa el 42.5 %, con relación a la población total del Estado de Yucatán.

En cuanto a la migración, la población nacida en la entidad es del 92.44%, y la población que nació de otra entidad representa el 7.11%. El presente proyecto no provocará procesos de

emigración o inmigración en el sistema ambiental, ya que durante la etapa operación la mano de obra para las actividades será contratada principalmente en el mercado local.

## Vivienda

### Municipio de Mérida

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda efectuado por el INEGI, el municipio cuenta al año 2010 con 226,448 viviendas.

De estas únicamente 5,494 no cuentan con sistema de agua entubada dentro de la vivienda proveniente de la red pública, mientras que las viviendas particulares que no disponen de energía eléctrica son 1,504. Son 1,840 viviendas que aun cuentan con piso de tierra, 264 cuenta con un drenaje eficiente y 309 disponen de sanitario.

### Salud y seguridad social

México atraviesa por una rápida y profunda transición demográfica, caracterizada por cambios muy acentuados en la mortalidad y la fecundidad. La disminución de la mortalidad ha ocurrido de manera sostenida desde 1930, con marcados avances entre 1945 y 1960. La esperanza de vida en 1995 ascendió a 72 años, lo que significa el doble de los 36 años de vida que se tenían en 1930. Uno de los componentes más importantes del aumento de la sobrevivencia es la disminución de la mortalidad infantil. Mientras que en 1930 el 18% de los niños fallecía antes de cumplir un año, en 1994 esta proporción disminuyó a 3%. Algo similar ocurre en cuanto a la sobrevivencia hasta las edades adultas. En 1930, el 77% de las personas fallecía antes de alcanzar los 65 años; en 1994 esta proporción disminuyó a 24%. No obstante las considerables ganancias logradas en la sobrevivencia de los mexicanos, persisten las desigualdades regionales y por grupos socioeconómicos.

**Tabla 4. 25** Servicios de salud en los municipios.

| INFRAESTRUCTURA DEL SECTOR SALUD |        |
|----------------------------------|--------|
| Unidades Médicas                 | Mérida |
|                                  | 91     |

### Educación

A nivel municipal se cuenta con enseñanza a nivel preescolar, primario, secundario y bachillerato.

**Tabla 4. 26** Niveles escolares presentes en el municipio

| INFRAESTRUCTURA |                  |                |                   |                  |                    |                              |                   |
|-----------------|------------------|----------------|-------------------|------------------|--------------------|------------------------------|-------------------|
| MUNICIPIO       | ESCUELAS         |                |                   |                  |                    |                              |                   |
|                 | NIVEL PREESCOLAR | NIVEL PRIMARIA | PRIMARIA INDÍGENA | NIVEL SECUNDARIA | NIVEL BACHILLERATO | CAPACITACIÓN PARA EL TRABAJO | PROFESIONAL MEDIO |
| Mérida          | 472              | 419            | 0                 | 165              | 119                | 10                           | 0                 |

**Tabla 4. 27** Indicadores educativos en los Municipios.

| INDICADORES                          | MUNICIPIO |
|--------------------------------------|-----------|
|                                      | Mérida    |
| Población analfabeta (15 años y más) | 3.23%     |

## Servicios

En el municipio se cuenta con todos los servicios básicos, como son energía eléctrica, agua potable, servicio de telefonía, servicio de telefonía inalámbrica (celular), centros de salud, planteles educativos, parques recreativos, etc. De igual forma, en el municipio existen instalaciones para el servicio de correo postal y de telégrafo. En la siguiente Tabla se presentan los servicios públicos existentes en la superficie que ocupará el proyecto, así como en sus alrededores.

**Tabla 4. 28** Servicios públicos disponibles en el área del proyecto.

| SERVICIOS                  | EXISTE | OBSERVACIONES                             |
|----------------------------|--------|---|
| Vías de acceso             | Si     | La carretera a Dzityá y caminos internos  |
| Teléfono                   | Si     | En poblaciones cercanas y área industrial |
| Telégrafo y correo         | Si     | En poblaciones cercanas                   |
| Medio de transporte        | Si     | En poblaciones cercanas y de la empresa   |
| Abastecimiento de agua     | Si     | En poblaciones cercanas y área industrial |
| Electricidad               | Si     | En poblaciones cercanas y área industrial |
| Manejo de residuos sólidos | Si     | En el área industrial de la empresa.      |
| Drenaje sanitario          | Si     |   |
| Centros educativos         | Si     | En las poblaciones cercanas               |
| Viviendas                  | Si     | En poblaciones cercanas                   |
| Zonas de recreo            | Si     | En poblaciones cercanas                   |
| Centros de salud           | Si     | En las poblaciones cercanas               |

Dado que ya se cuenta con toda la infraestructura urbana requerida para el proyecto, no se espera que se requiera del establecimiento, remodelación o instalación de nuevos servicios urbanos en el área.

## Medios de transporte

Los medios de transporte principales en los municipios son principalmente mototaxis, así como taxis vehiculares, se cuenta con transporte foráneo dentro del estado, también se cuenta con muchas alternativas de transporte local.

## Grupos Étnicos

En cuanto a la representatividad de grupos étnicos, en el municipio de Mérida, de acuerdo al XII Censo General de Población y Vivienda 2010 efectuado por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) la población de 5 años y más, hablante de lengua indígena en los municipios antes mencionados, su lengua indígena es el maya.

**Tabla 4. 29** Grupos étnicos de los municipios involucrados.

| LENGUA INDÍGENA<br>MAYA                | MUNICIPIO |
|--|-----------|
|  | Mérida    |
| Población de 5 años o más que lo habla | 74,827    |

### b) Factores Socioculturales.

En el sitio donde se llevara a cabo el proyecto no se realizan actividades culturales y religiosas dadas la naturaleza del mismo, sin embargo, en los poblados cercanos se celebran fiestas tradicionales, en las iglesias católicas, así como también se pueden observar distintos templos de religiones donde se realizan las actividades correspondientes a las creencias de cada una de ellas. De igual forma, existen pequeños parques públicos en los mismos.

## Índice de Pobreza

**Tabla 4. 30** Índice de pobreza del municipio.

|           | MUNICIPIO   | ÍNDICE DE POBREZA 2010 |  |
|-----------|---|------------------------|--|
| Municipio | Índice de marginación   | Grado de marginación   | Lugar que ocupa en el contexto Estatal |
| Mérida    | Muy bajo  | -1.54660               | 106                                    |
|           | <b>Fuente:</b> Estimaciones del CONAPO con base en el <i>II Censo de Población y Vivienda 2005</i> , y <i>Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE) 2005, IV Trimestre</i> . |                        |  |

Aspectos Económicos.

Tabla 4. 31 Aspectos económicos mínimos a considerar.

| ASPECTOS ECONÓMICOS MÍNIMOS A CONSIDERAR  |                  |                    |
|---|------------------|--------------------|
| El tipo de actividades que se desarrollan en la zona donde se llevara a cabo el proyecto, fundamentalmente son actividades de agricultura ejidal y pequeños desarrollos de ganadería extensiva. |                  |                    |
| <u>Cambios sociales y económicos:</u> La implementación del proyecto, generará algunos beneficios sociales y económicos significativos en la zona:  |                  |                    |
| CONCEPTO  | IMPACTO          | OBSERVACIONES      |
| Demanda de mano de obra   | Si se presentará |                    |
| Cambios demográficos  | No se presentará |                    |
| Aislamiento de núcleos de población   | No se presentará |                    |
| Modificación de patrones culturales   | No se presentará |                    |
| Demanda de medios de comunicación   | No se presentará |                    |
| CONCEPTO  | IMPACTO          | OBSERVACIONES      |
| Demanda de medios de transporte   | No se presentará |                    |
| Demanda de servicios públicos   | No se presentará |                    |
| Demanda de zonas de recreo  | No se presentará |                    |
| Demanda de centros educativos   | No se presentará |                    |
| Demanda de centros de salud   | No se presentará |                    |
| Demanda de vivienda   | No se presentará |                    |
| Satisfacción de necesidades   | Si se presentará |                    |
| Impacto económico   | Si se presentará | Al generar empleos |

Ingreso per cápita por rama de actividad productiva.

A continuación se describen los porcentajes de población en el Municipio dedicados a cada sector productivo.

Tabla 4. 32 Distribución de las actividades económicas por sector productivo en el municipio.

| Sector   | Municipio |
|--|-----------|
|  | Mérida    |
| Primario (Agricultura, ganadería, caza y pesca)                                      | 0.97%     |
| Secundario (Minería, petróleo, industria manufacturera, construcción y electricidad) | 20.12%    |
| Terciario (Comercio, turismo y servicios)  | 78.02%    |
| Otros  | 0.90%     |

En lo que respecta a la competencia por el aprovechamiento de los recursos naturales, no se han identificado posibles conflictos por los recursos, ya sea por el uso, demanda y/o el

aprovechamiento de los recursos naturales entre los diferentes sectores productivos. El desarrollo del proyecto no tendrá una influencia sobre estos aspectos.

#### **4.1.5 Diagnóstico ambiental.**

Como se ha descrito la totalidad del proyecto corresponde a un área ya impactada por la habilitación y operación de un banco industrial de materiales pétreos en estrato seco, el proyecto se implementará en esta área.

En la actualidad, el área donde se ubicara el proyecto, no se encuentra actualmente con la vegetación original, y solamente se observaron manchones de vegetación arbustiva en montículos de material de despilme.

Por lo que de manera general presentan un suelo seriamente impactado, por los usos implementados. El área en general presenta un estado de calidad ambiental bajo, debido a los siguientes factores:

- Se observaron actividades como industrial, de la construcción, y agropecuarios.
- La calidad del aire se encuentra poco impactada, debido principalmente a la presencia de vegetación en el área y a la ausencia de fuentes emisoras de contaminantes relevantes, aunque en la zona hay industrial corresponden a una calera otros bancos de materiales industriales y maquiladoras.
- En cuanto a la flora no se registraron especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Con respecto a la fauna, se observaron rastros en el área del proyecto especies de amplia distribución en la zona. No obstante, se registraron dos especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.



## **CONTENIDO**

|         |   |   |
|---------|---|---|
| 5.      | IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES .....      | 2 |
| 5.1     | Metodología para Identificar y evaluar los impactos ambientales. ....           | 2 |
| 5.1.1   | Indicadores de Impacto. ....  | 2 |
| 5.1.2   | Lista indicativa de indicadores de impacto. ....                                | 3 |
| 5.1.3   | Criterios y metodologías de evaluación. ....                                    | 4 |
| 5.1.3.1 | Criterios .....   | 4 |
| 5.1.3.2 | Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada. .... | 8 |

## **TABLAS**

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Tabla 5. 1 | Impactos ambientales generados por el proyecto ..... | 4  |
| Tabla 5. 2 | Características de la ecuación .....                 | 5  |
| Tabla 5. 3 | Importancia del Impacto .....                        | 6  |
| Tabla 5. 4 | Matriz de Importancia .....                          | 10 |

## **GRÁFICOS**

|              |  |    |
|--------------|--|----|
| Gráfico 5. 1 | Representatividad de los impactos ambientales generados por el proyecto..... | 14 |
| Gráfico 5. 2 | Clasificación de los impactos ambientales generados por el proyecto .....    | 14 |

## 5. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

### 5.1 Metodología para Identificar y evaluar los impactos ambientales

Para el presente capítulo se utilizará la metodología de Conesa (1997), que establece que en el proceso de evaluación del impacto ambiental es necesario primero identificar las acciones que pueden causar impactos sobre uno o más factores del medio susceptibles de recibirlos; en segundo término se procede a valorar los impactos para determinar su grado de importancia y, por último, se establecen las medidas preventivas, correctivas o compensatorias necesarias.

Por lo tanto, en el proceso de evaluación del impacto ambiental únicamente se está interesado en identificar y mitigar aquellas modificaciones imputables al proyecto que potencialmente puedan ser causantes de contingencia ambiental, desequilibrio ecológico, emergencia ecológica o daño ambiental irreversible, puesto que son éstas y no otras las que se consideran significativas para determinar la viabilidad del proyecto.

La metodología utilizada para la evaluación de los impactos de este proyecto se menciona a continuación:

- Metodología de Conesa Fdez.-Vítora (1997).

#### 5.1.1 Indicadores de Impacto

De entre toda la gama de acciones que intervienen en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental, susceptibles de producir impactos concretos en cualquiera de las etapas del proyecto, se deben seleccionar aquellas que sean relevantes, excluyentes/independientes, fácilmente identificables, localizables y cuantificables, ya que algunas de ellas no son significativas desde el punto de vista ambiental porque no modifican o alteran el ambiente o los recursos naturales, o bien porque su efecto es bajo o se puede anular con la adecuada y oportuna aplicación de medidas de prevención o mitigación.

Por otro lado, para la identificación de acciones, se deben diferenciar los elementos del Proyecto de manera estructurada, atendiendo entre otros los siguientes aspectos:

- Acciones que modifican el uso del suelo
- Acciones que implican emisión de contaminantes
- Acciones derivadas de almacenamiento de residuos
- Acciones que implican sobreexplotación de recursos
- Acciones que implican sub-explotación de recursos
- Acciones que actúan sobre el medio biótico
- Acciones que dan lugar al deterioro del paisaje
- Acciones que repercuten sobre las infraestructuras

- Acciones que modifican el entorno social, económico y cultural
- Acciones derivadas del incumplimiento de la normatividad ambiental vigente

Tales acciones y sus efectos deben quedar determinados al menos en intensidad, extensión, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad y momento en que intervienen en el proceso.

### 5.1.2 Lista indicativa de indicadores de impacto

Los factores ambientales, son los elementos y procesos del medio que suele diferenciarse en dos Sistemas: Medio Físico y Medio Socioeconómico. El Medio Físico incluye tres subsistemas que son el Medio Inerte o Físico propiamente dicho, el Medio Biótico y el Medio Perceptual; en tanto que el Medio Socioeconómico incluye el Medio Socio-Cultural y el Medio Económico.

A cada uno de los subsistemas pertenece una serie de componentes ambientales susceptibles de recibir impactos, entendidos como elementos, cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por el proyecto. La afectación, puede ser negativa o positiva.

Para seleccionar los componentes ambientales, deben considerarse los siguientes criterios:

- Ser representativos del entorno afectado, y por tanto del impacto total producido por la ejecución del Proyecto sobre el medio. Ser relevantes, es decir, portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- Ser excluyentes, es decir, sin solapamientos ni redundancias.
- De fácil identificación tanto en su concepto como en su apreciación sobre información estadística, cartográfica o trabajos de campo.
- De fácil cuantificación, dentro de lo posible, ya que muchos de ellos serán intangibles o inconmensurables.

La valoración de los componentes ambientales, toma en cuenta la importancia y magnitud del mismo. Sin embargo, en muchos casos no es posible medir objetivamente tales parámetros y es necesario aplicar criterios subjetivos en su valoración. Cuando este es el caso, se puede adoptar el valor ambiental de un factor o de una unidad de inventario es directamente proporcional al grado cualitativo enumerado a continuación:

- Extensión: área de influencia en relación con el entorno
- Complejidad: compuesto de elementos diversos
- Rareza: no frecuente en el entorno
- Representatividad: carácter simbólico. Incluye carácter endémico
- Naturalidad: natural, no artificial
- Abundancia: en gran cantidad en el entorno
- Diversidad: abundancia de elementos distintos en el entorno
- Estabilidad: permanencia en el entorno
- Singularidad: valor adicional por la condición de distinto o distinguido

- Irreversibilidad: imposibilidad de que cualquier alteración sea asimilada por el medio debido a mecanismos de autodepuración
- Fragilidad: endeblez, vulnerabilidad y carácter perecedero de la cualidad del factor
- Continuidad: necesidad de conservación
- Insustituibilidad: imposibilidad de ser sustituido
- Clímax: proximidad al punto más alto de valor ambiental de un proceso
- Interés ecológico: por su peculiaridad ecológica
- Interés histórico-cultural: Por su peculiaridad histórico-monumental-cultural
- Interés individual: por su peculiaridad a título individual (carácter epónimo, mutante)
- Dificultad de conservación: dificultad de subsistencia en buen estado
- Significación: importancia para la zona del entorno.

Los distintos factores del medio presentan importancias distintas de unos respecto a otros, en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación ambiental. Considerando que cada factor representa sólo una parte del medio ambiente, es importante disponer de un mecanismo según el cual todos ellos se puedan contemplar en conjunto, y además ofrezcan una imagen coherente de la situación al hacerlo, o sea, ponderar la importancia relativa de los factores en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación del medio ambiente.

**Tabla 5. 1** Impactos ambientales generados por el proyecto

|              |                         |   |
|--------------|-------------------------|---|
| <b>MEDIO</b> | <b>MEDIO FÍSICO</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Generación de ruido y emisiones a la atmosfera</li> <li>▪ Afectación en la calidad del agua</li> <li>▪ Pérdida de suelo</li> <li>▪ Impermeabilización del suelo</li> </ul> |
|              | <b>MEDIO BIÓTICO</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pérdida de cobertura vegetal</li> <li>▪ Afectación de la fauna</li> <li>▪ Afectación de especies en la NOM-059-SERMARNAT-2010</li> </ul>                                   |
|              | <b>MEDIO PERCEPTUAL</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Modificación del paisaje</li> </ul>  |

### 5.1.3 Criterios y metodologías de evaluación

#### 5.1.3.1 Criterios

El estudio de impacto ambiental es una herramienta fundamentalmente analítica de investigación prospectiva de lo que puede ocurrir, por lo que la clarificación de todos los aspectos que lo definen y en definitiva de los impactos (Interrelación Acción del Proyecto-Factor del medio), es absolutamente necesaria.

Por lo tanto, no es válido pasar a un proceso de evaluación de impactos sin un análisis previo en el que se enuncien, describan y examinen los factores más importantes constatados,

justificando por qué merecen una determinada valoración. En esta fase se cruzan las dos informaciones (factores del medio / acciones del proyecto), con el fin de prever las incidencias ambientales derivadas tanto de la ejecución del proyecto, como de su operación, para poder valorar su importancia.

La valoración cualitativa se efectúa a partir de la matriz de impactos en la que en cada casilla de cruce se anota la importancia del impacto determinada. Con esta matriz se mide el impacto ambiental generado por una acción simple de una actividad sobre un factor ambiental considerado, es decir, que se medirá el impacto con base al grado de manifestación cualitativa del efecto que quedará reflejado en lo que definimos como importancia del impacto.

La importancia del impacto es pues, el valor mediante el cual medimos cualitativamente el impacto ambiental, en función, tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos de tipo cuantitativo. El valor de importancia del impacto, se establece en función de 11 características.

La primera de ellas se refiere a la naturaleza del efecto (positivo o negativo), en tanto que la segunda representa el grado de incidencia o intensidad del mismo y los nueve restantes (extensión, tipo de efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad), los atributos que caracterizan a dicho efecto. Dichas características se representan por símbolos que ayudan a visualizar e identificar rápidamente a cada una y forman parte de una ecuación que indica la importancia del efecto de una acción sobre un factor ambiental. A saber:

**Tabla 5. 2** Simbología de la ecuación

|   |                          |
|---|--------------------------|
| $I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$ |                          |
| Donde:  |                          |
| I   | =Importancia del impacto |
| ±   | =Signo                   |
| IN  | =Intensidad              |
| EX  | =Extensión               |
| MO  | =Momento                 |
| PE  | =Persistencia            |
| RV  | =Reversibilidad          |
| SI  | =Sinergia                |
| AC  | =Acumulación             |
| EF  | =Efecto                  |
| PR  | =Periodicidad            |
| MC  | =Recuperabilidad         |

La importancia del impacto se representa por un número que se deduce de dicha ecuación, en función del valor asignado a los símbolos considerados, según se muestra en la tabla siguiente.

**Tabla 5. 3** Importancia del Impacto

|   |      |                            |      |
|---|------|----------------------------|------|
| <b>NATURALEZA</b>   |      | <b>MOMENTO (MO)</b>        |      |
| Impacto beneficioso   | +    | Largo plazo                | 1    |
| Impacto perjudicial   | -    | Medio plazo                | 2    |
| <b>INTENSIDAD (IN)</b>  |      | Inmediato                  | 4    |
| Baja  | 1    | Crítico                    | (+4) |
| Media   | 2    | <b>PERSISTENCIA (PE)</b>   |      |
| Alta  | 4    | Fugaz                      | 1    |
| Muy alta  | 8    | Temporal                   | 2    |
| Total   | 12   | Permanente                 | 4    |
| <b>EXTENSIÓN (EX)</b>   |      | <b>REVERSIBILIDAD (RV)</b> |      |
| Puntual   | 1    | Corto plazo                | 1    |
| Parcial   | 2    | Medio plazo                | 2    |
| Extenso   | 4    | Irreversible               | 4    |
| Total   | 8    | <b>SINERGIA (SI)</b>       |      |
| Crítica   | (+4) | Sin sinergismo             | 1    |
| <b>ACUMULACIÓN (AC)</b>                                       |      | Sinérgico                  | 2    |
| Simple  | 1    | Muy sinérgico              | 4    |
| Acumulativo   | 4    | <b>PERIODICIDAD (PR)</b>   |      |
| <b>EFFECTO (EF)</b>   |      | Irregular y discontinuo    | 1    |
| Indirecto   | 1    | Periódico                  | 4    |
| Directo   | 4    |                            |      |
| <b>RECUPERABILIDAD (MC)</b>                                   |      |                            |      |
| De manera inmediata   | 1    |                            |      |
| A mediano plazo   | 2    |                            |      |
| Mitigable   | 4    |                            |      |
| Irrecuperable   | 8    |                            |      |
| <b>IMPORTANCIA (I)</b>  |      |                            |      |
| $I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$ |      |                            |      |

**Persistencia.** Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras.

Si la persistencia del efecto tiene lugar durante menos de 1 año, consideramos que la acción produce un efecto fugaz, asignándole un valor de 1. Si dura entre 1 y 10 años, se califica como temporal (2) y si el efecto tiene una duración superior a 10 años, se considera permanente y debe calificarse con un valor de 4.

**Reversibilidad.** Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquella deja de actuar sobre el medio. Siguiendo los intervalos de tiempo expresados para la característica previa, al Corto Plazo, se le asigna un valor de 1, si es a Medio Plazo 2 y si el efecto es irreversible 4.

**Recuperabilidad.** Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana. Si el efecto es totalmente recuperable se le asigna un valor de 1 ó 2, según lo sea de manera inmediata o a medio plazo, si lo es parcialmente, el efecto es mitigable, y toma un valor de 4, que se resta al valor de importancia total. Cuando el efecto es irrecuperable se le asigna el valor de 8. Si el efecto es irrecuperable pero existe la posibilidad de aplicar medidas compensatorias, entonces el valor que se adopta es 4.

**Sinergia.** Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que acabaría esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea.

Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma valor 1, si se presenta un sinergismo moderado 2 y si es altamente sinérgico 4.

**Acumulación.** Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos, el efecto se valora como 1 y si el efecto es acumulativo se califica con 4.

**Efecto.** Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción a consecuencia directa de ésta y se califica con el valor 4.

En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden. En este caso se califica con 1.

**Periodicidad.** Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo). A los efectos continuos se les asigna un valor de 4, a los periódicos 2 y a los de aparición irregular y a los discontinuos con 1.

### 5.1.3.2 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada

Una vez determinada la importancia de los impactos y efectuada la ponderación de los distintos factores del medio, se está en la posibilidad de desarrollar el modelo de valoración cualitativa, con base en la importancia **Ii** de los efectos que cada Acción **Ai** de la actividad produce sobre cada factor del medio **Fj**.

El modelo contempla el análisis de los impactos negativos mediante el empleo de una matriz, en las que las filas indican los factores ambientales que recibirían las alteraciones más significativas; y las columnas las acciones relevantes causantes de éstos. Se omiten las acciones cuyo efecto no es relevante y los factores que son inalterados o lo son débilmente o de manera temporal, capaces de retornar a las condiciones previas.

La suma ponderada de la importancia del impacto negativo de cada elemento tipo, por columnas (**IRi**), identificará las acciones más agresivas (altos valores negativos) y las poco agresivas (bajos valores negativos), pudiendo analizarse las mismas según sus efectos sobre los distintos subsistemas.

Así mismo, la suma ponderada de la importancia del efecto de cada elemento tipo, por filas (**IRj**), indicará los factores ambientales que reciben en mayor o menor medida, las consecuencias del funcionamiento de la actividad considerando su peso específico, o lo que es lo mismo, el grado de participación que dichos factores tienen en el deterioro del medio ambiente.

El impacto neto de una nueva actividad, en cada una de las fases o situaciones temporales estudiadas, es la diferencia entre la situación del medio ambiente modificado por causa del proyecto, considerando las medias de mitigación aplicables y la situación tal y como habría evolucionado sin la presencia de aquel.

Ahora bien, la calidad final del medio ambiente es debida, no sólo a la consecuencia de las acciones impactantes en la propia fase de funcionamiento del proyecto, sino también a la existencia previa de alguna acción causante de efectos irreversibles o de efectos continuos producidos y estudiados en otra fase anterior.

Este tipo de efectos (**IRPj**), se destacan y su importancia total ponderada se indica en la columna correspondiente de la matriz de importancia.

En la última columna de la matriz se relacionan las importancias totales de los efectos finales sobre los factores ambientales (**IRj**) obtenidas como suma algebraica de la importancia relativa del impacto en la fase de funcionamiento del proyecto y la importancia relativa del impacto de las acciones cuyo efecto es irreversible o permanece durante largo plazo o a lo largo de la vida del proyecto.



La importancia total de los efectos causados en los distintos componentes y subsistemas presentes en la matriz de impactos (**IRi**) se calcula como la suma ponderada por columnas de los efectos de cada uno de los elementos tipo correspondientes a los componentes y subsistemas estudiados. No es válida la suma algebraica.

### Valoración absoluta

La suma algebraica de la importancia del impacto de cada elemento tipo por columnas (**li**), constituye otro modo, aunque menos representativo y sujeto a sesgos importantes, de identificar la mayor o menor agresividad de las acciones.

De la misma manera que la establecida previamente, la suma algebraica de la importancia del impacto de cada elemento por filas (**Ij**), indica los factores ambientales que sufren en mayor o menor medida las consecuencias de la actividad.

De forma análoga a la dispuesta para la valoración relativa, se incluye una columna en la matriz de importancia para reflejar la importancia absoluta del efecto causado durante la fase de construcción o funcionamiento, y otra columna en la que se reflejan los efectos totales permanentes (**IPj**), obtenidos en este caso por suma algebraica.

Se incluye una tercera columna para indicar la importancia de los efectos absolutos totales (**Ij**), sobre cada uno de los factores considerados, mediante suma algebraica de todas las columnas.

No debe olvidarse que los valores obtenidos de la importancia del impacto en los elementos tipo de la matriz, no son comparables entre sí, o sea, en la proporción que sus valores numéricos lo indican puesto que se trata de variables no proporcionales.

Sin embargo, el hecho que una importancia sea mayor que otra, sí implica que el impacto de la primera acción sobre el factor considerado es mayor que el de la segunda sobre el mismo factor, pues se trata de variables ordinales.

### Análisis del modelo

Siguiendo con Conesa Fernández (1997), una vez realizada la valoración cualitativa por los dos métodos descritos quedan definidas:

La importancia total **li**, de los efectos debidos a cada acción **i**

$$li = \sum j Iij$$

La importancia total ponderada **IRi**, de los mismos

$$IRi = \sum j Iij \cdot Pj / \sum j Pj$$

La importancia total **I<sub>j</sub>**, de los efectos causados a cada factor **j**

$$I_j = \sum_i I_{ij}$$

La importancia total ponderada **IR<sub>j</sub>**, de los mismos

$$IR_j = \sum_i I_{ij} \cdot P_j / \sum_j P_j$$

La importancia total **I**, de los efectos debidos a la actuación

$$I = \sum_j I_j = \sum_i I'_i + IP = I' + IP$$

La importancia total ponderada **IR**, de los mismos

$$IR = \sum_j IR_j = \sum_j I'_R + IPR = I'R + IPR$$

Con esta metodología el modelo de la suma ponderada en función del peso específico de un factor sobre los demás, se aproxima suficientemente a la realidad medioambiental estudiada, haciendo siempre la salvedad que, en esta valoración cualitativa, se consideran aspectos de los efectos con un grado de manifestación cualitativo y por tanto sujeto a errores de mayor magnitud que los que se podrían cometer al llevar a cabo una valoración cuantitativa. En la tabla siguiente se muestra gráficamente la estructura de la matriz de importancia resultante del análisis descrito.

**Tabla 5. 4** Matriz de Importancia

| Factores       | UIP            | Situación 1 |   |                |                 |                |                 | Situación 2    |                 |                |   |                  |   |                  |                 |                  |                 |  |                 |                   |                |
|----------------|----------------|-------------|---|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|---|------------------|---|------------------|-----------------|------------------|-----------------|--|-----------------|-------------------|----------------|
|                |                | Acciones    |   |                |                 |                |                 | n + 1          |                 | Acciones       |   |                  |   |                  |                 | n + 1            |                 | n + 2                                  |                 | n + 3             |                |
|                |                |             |   |                |                 |                |                 |                |                 |                |   |                  |   |                  |                 |                  |                 |  |                 |                   |                |
|                |                |             |   |                |                 |                |                 | Total          |                 |                |   |                  |   |                  |                 | Total            |                 | Total efectos permanentes de la Sit. 1 |                 | Importancia total |                |
|                |                |             |   |                |                 |                |                 |                |                 |                |   |                  |   |                  |                 |                  |                 |  |                 |                   |                |
| 1              | 2              |             | i |                | n               | 1              | 2               | 1              | 2               |                | i |                  | n | 1                | 2               | 1                | 2               | 1                                      | 2               |                   |                |
| A <sub>1</sub> | A <sub>2</sub> |             |   | A <sub>i</sub> |                 | A <sub>n</sub> | Ab.             | Rel.           | A <sub>1</sub>  | A <sub>2</sub> |   | A <sub>i</sub>   |   | A <sub>n</sub>   | Ab.             | Rel.             | Ab.             | Rel.                                   | Ab.             | Rel.              |                |
| F <sub>1</sub> | P <sub>1</sub> |             |   |                |                 |                |                 |                |                 |                |   |                  |   |                  |                 |                  |                 |  |                 |                   |                |
| F <sub>2</sub> | P <sub>2</sub> |             |   |                |                 |                |                 |                |                 |                |   |                  |   |                  |                 |                  |                 |  |                 |                   |                |
| F <sub>j</sub> | P <sub>j</sub> |             |   |                | I <sub>ij</sub> |                | I <sub>nj</sub> | I <sub>j</sub> | I <sub>Rj</sub> |                |   | I' <sub>ij</sub> |   | I' <sub>nj</sub> | I' <sub>j</sub> | I' <sub>Rj</sub> | I <sub>pj</sub> | I <sub>RPj</sub>                       | I <sub>j</sub>  | I <sub>Rj</sub>   |                |
| F <sub>m</sub> | P <sub>m</sub> |             |   |                |                 |                |                 |                |                 |                |   |                  |   |                  |                 |                  |                 |  |                 |                   |                |
| Total          | Absoluto       |             |   |                | I <sub>i</sub>  |                |                 | I              | -               |                |   | I' <sub>i</sub>  |   |                  |                 | -                |                 | I'                                     | -               | I                 | -              |
|                | Relativo       |             |   |                | I <sub>RI</sub> |                |                 | -              | I <sub>R</sub>  |                |   | I' <sub>RI</sub> |   |                  |                 | -                |                 | -                                      | I' <sub>R</sub> | -                 | I <sub>R</sub> |

Fuente: Conesa Fernández, 1997.

Ab. = Importancia absoluta;

Rel. = Importancia relativa

$$I_i = \sum_j I_{ij} \quad I_{Ri} = \sum_j I_{ij} \cdot P_j / \sum_j P_j$$

$$I_j = \sum_i I_{ij} \quad I_{Rj} = \sum_i I_{ij} \cdot P_i / \sum_i P_i$$

$$IP_j = \sum_{i < n} I_{ipj}$$

$$IP_{Rj} = \sum_{i < n} I_{ipj} \cdot P_i$$

$$I_j = I'_j + IP_j$$

$$I_{Rj} = I'_{Rj} + IP_{Rj}$$

## 5.2 Caracterización de los impactos

Una vez identificados los impactos potenciales y siguiendo la metodología de Conesa (1997), se califica el valor de importancia de los impactos ambientales potenciales identificados para el proyecto. La metodología utilizada presenta una escala de valores que permiten calificar

los impactos identificados, donde los valores inferiores a 25 son compatibles, aquellos que se encuentren entre 25 y 50 se consideran moderados, entre 50 y 75 severos y superiores a 75 deben considerarse críticos.

**Tabla 5. 5** Valores de importancia del Impacto

| Niveles de Impacto   |         |
|----------------------|---------|
| Ambiental Compatible | (<25)   |
| Ambiental Moderado   | (25-50) |
| Ambiental Severo     | (50-75) |
| Ambiental crítico    | (> 75)  |

La puesta en marcha del proyecto modificará la situación actual del área donde se ubicará, debido a la:

- Generación de ruido y emisiones a la atmosfera
- Afectación en la calidad del agua
- Pérdida de suelo
- Impermeabilización del suelo
- Perdida de cobertura vegetal
- Afectación de la fauna
- Afectación de especies en la NOM-059-SERMARNAT-2010
- Modificación del paisaje

### 5.3 Valoración de los impactos

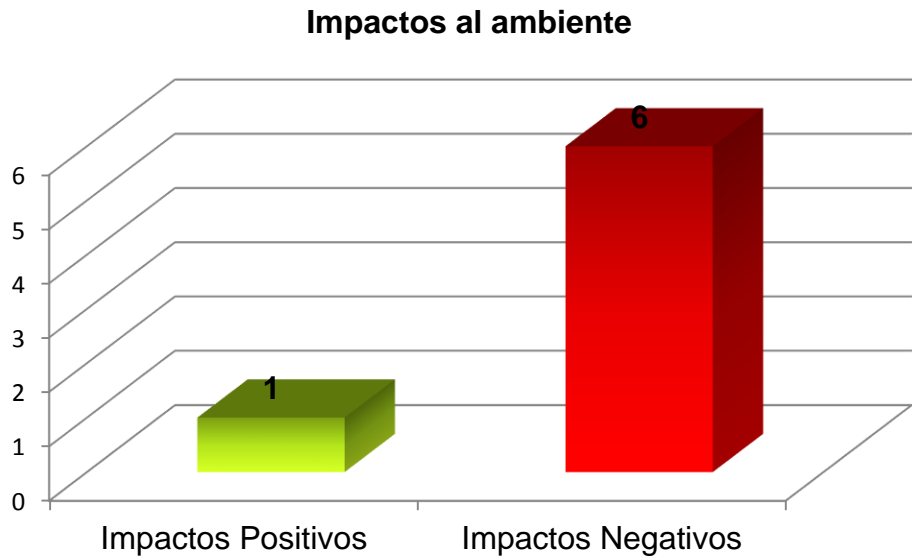
A continuación se muestran los valores obtenidos de la matriz de impacto.

**Tabla 5.6** Impactos ambientales generados por el proyecto

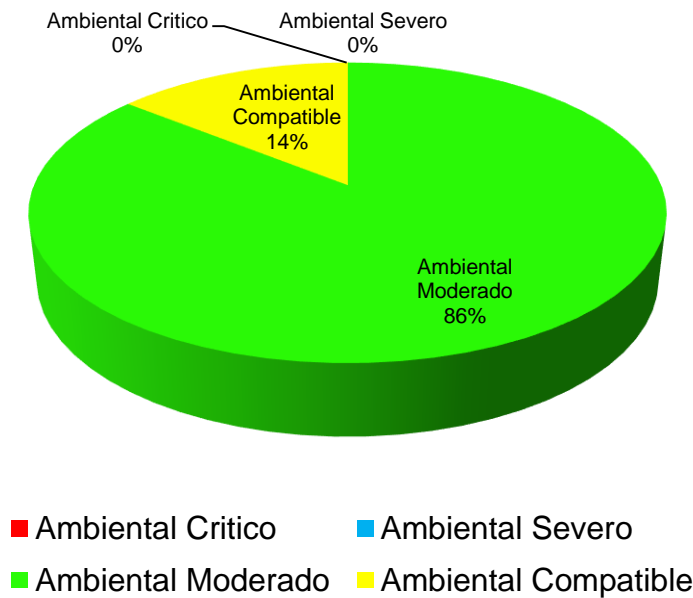
| Tipología de impactos | Criterios de Evaluación de Impactos |      | Impactos Ambientales ETAPA DE OPERACIÓN        |                                   |                  |                              |                        |                          |  |
|-----------------------|-------------------------------------|------|--|-----------------------------------|------------------|------------------------------|------------------------|--------------------------|--|
|                       |                                     |      | Generación de ruido y emisiones a la atmosfera | Afectación en la calidad del agua | Pérdida de suelo | Pérdida de cobertura vegetal | Afectación de la fauna | Modificación del paisaje | Proveer de empleos a los pobladores cercanos |
| Intensidad (IN)       | Baja                                | 1    |  |                                   | 1                | 1                            |                        |                          |  |
|                       | Media                               | 2    | 2  | 2                                 |                  |                              | 2                      |                          | 2  |
|                       | Alta                                | 4    |  |                                   |                  |                              |                        | 4                        |  |
|                       | Muy alta                            | 8    |  |                                   |                  |                              |                        |                          |  |
|                       | Total                               | 12   |  |                                   |                  |                              |                        |                          |  |
| Extensión (EX)        | Puntual                             | 1    | 1  |                                   | 1                | 1                            | 1                      | 1                        | 1  |
|                       | Parcial                             | 2    |  | 2                                 |                  |                              |                        |                          |  |
|                       | Extenso                             | 4    |  |                                   |                  |                              |                        |                          |  |
|                       | Total                               | 8    |  |                                   |                  |                              |                        |                          |  |
|                       | Crítica                             | (+4) |  |                                   |                  |                              |                        |                          |  |
| Momento (MO)          | Largo plazo                         | 1    |  |                                   |                  |                              |                        |                          |  |
|                       | Medio plazo                         | 2    |  | 2                                 |                  |                              | 2                      |                          |  |
|                       | Inmediato                           | 4    | 4  |                                   | 4                | 4                            |                        | 4                        | 4  |
|                       | Crítico                             | (+4) |  |                                   |                  |                              |                        |                          |  |
| Persistencia (PE)     | Fugaz                               | 1    |  |                                   |                  |                              |                        |                          |  |
|                       | Temporal                            | 2    | 2  |                                   |                  | 2                            | 2                      |                          | 2  |
|                       | Permanente                          | 4    |  | 4                                 | 4                |                              |                        | 4                        |  |
| Reversibilidad        | Corto plazo                         | 1    | 1  |                                   |                  |                              |                        |                          | 1  |

|                      |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
|----------------------|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
| (RV)                 | Medio plazo   | 2 |    |    |    | 2  | 2  |    |    |
|                      | Irreversible  | 4 |    | 4  | 4  |    |    | 4  |    |
| Sinergia (SI)        | Sin sinergismo  | 1 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                      | Sinérgico   | 2 |    |    |    |    |    |    |    |
|                      | Muy sinérgico   | 4 |    |    |    |    |    |    |    |
| Acumulación (AC)     | Simple  | 1 | 1  |    |    |    |    |    |    |
|                      | Acumulativo   | 4 |    | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  |
| Efecto (EF)          | Indirecto   | 1 | 1  |    |    |    | 1  |    |    |
|                      | Directo   | 4 |    | 4  | 4  | 4  |    | 4  | 4  |
| Periodicidad (PR)    | Irregular y discontinuo                                       | 1 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                      | Periódico   | 4 |    |    |    |    |    |    |    |
| Recuperabilidad (MC) | De manera inmediata   | 1 |    |    |    |    |    |    | 1  |
|                      | A mediano plazo   | 2 | 2  |    |    |    |    |    |    |
|                      | Mitigable   | 4 |    |    |    | 4  | 4  | 4  |    |
|                      | Irrecuperable   | 8 |    | 8  | 8  |    |    |    |    |
| Naturaleza           | Impacto beneficioso   | + |    |    |    |    |    |    | +  |
|                      | Impacto perjudicial   | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  |    |
| Importancia (I)      | $I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$ |   | 21 | 38 | 35 | 27 | 25 | 40 | 26 |
| Característica       | Ambiental crítico (> 75)                                      |   |    |    |    |    |    |    |    |
|                      | Ambiental Severo (51-75)                                      |   |    |    | □  | □  |    | □  | □  |
|                      | Ambiental Moderado (25-50)                                    |   | □  | ●  | ●  | ●  | ●  | ●  | ●  |
|                      | Ambiental Compatible (<25)                                    |   | ●  |    | □  |    |    |    |    |

Como se puede observar, los impactos identificados fueron siete, de estos 6 son negativos en los que 1 es de intensidad ambiental compatible, 5 son de intensidad ambiental moderada, de la misma manera se generará un único impacto positivo que se considera moderado. En las siguientes gráficas se señala el porcentaje de los impactos ambientales generados por el proyecto bajo estudio durante la etapa operativa. (Ver matriz en **Anexo 8**)



**Gráfico 5. 1** Representatividad de los impactos ambientales generados por el proyecto



**Gráfico 5. 2** Clasificación de los impactos ambientales generados por el proyecto

Las afectaciones directas del proyecto al ambiente son principalmente sobre el área de operación del proyecto así como sus colindancias inmediatas.

Los impactos potenciales que se generarán durante esta etapa se describen a continuación:

### **GENERACIÓN DE RUIDO Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA**

El funcionamiento de maquinaria pesada en el área del proyecto durante el desarrollo de la obra para la extracción de material en húmedo incrementará de manera temporal los niveles de ruido existentes. No obstante, estos niveles sonoros adicionales no afectarán viviendas o vialidades importantes ya que no existen éstas en puntos cercanos al área del proyecto.

Las afectaciones por emisiones a la atmósfera (CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>) se deberán a la actividad de fuentes móviles, tales como maquinarias y vehículos. También se prevé que la maquinaria esté en buenas condiciones y bajo mantenimiento periódico de manera que los vehículos serán objeto de verificación vehicular conforme a las disposiciones ambientales del estado, por lo que no se consideran afectaciones significativas en este sentido. Por otra parte es importante mencionar que la calidad del aire en el sitio había sido previamente impactada por la operación del banco en estrato seco, por lo que la mayor parte de los impactos del proyecto en extracción en húmedo serán acumulativos e inmediatos.

No se espera la dispersión de polvos debido a movimientos del sustrato, ya que éste se encontrará húmedo durante su extracción y manejo. En este sentido, dado la humedad del material, durante la extracción, la emisión de partículas será poco significativa. Las emisiones de gases contaminantes derivadas del proyecto se consideran mínimas dada la baja cantidad de fuentes emisoras que serán utilizadas.

Considerando que la maquinaria contará con mantenimiento y que los vehículos estarán verificados como se indica anteriormente, además de que se respetará un área natural como área de amortiguamiento, gran parte de las actividades del proyecto sobre el componente ambiental serán de manera puntual y en su mayoría poco significativas considerando que una vez terminado el tiempo de vida útil del banco, se dará lugar a las acciones de rehabilitación adecuadas.

### **AFECTACIÓN EN LA CALIDAD DEL AGUA**

Este impacto puede ser debido a las alteraciones en la calidad fisicoquímica y biológica del agua subterránea. Este impacto se puede dar por el manejo imprudencial de combustibles y aceites que ocupa la maquinaria; esto en los lapsos de recarga de combustible. Se favorece la lixiviación de sustancias como hidrocarburos, aceites y residuos orgánicos, esto afectaría el manto freático provocando la contaminación de los acuíferos, por lo que debe ponerse especial atención en el manejo de estas sustancias ya que el proceso de regeneración de los acuíferos y los suelos requiere de un largo periodo de tiempo. El grado de impacto dependerá de la cantidad de combustible derramado. Es un impacto moderado pero que se debe evitar en la medida de lo posible que los derrames de las sustancias antes mencionadas ocurran. Las etapas

del proyecto donde puede ocurrir este impacto son: preparación del sitio y operación del banco de material para extracción en húmedo.

Durante el desarrollo del proyecto una de las variables ambientales más impactadas será el agua subterránea, ya que las actividades extractivas de material provocarán el afloramiento del primer manto freático, creando una laguna artificial en el sitio. El contacto directo del agua con la maquinaria pesada, así como con el exterior, provocaría alteraciones en la calidad del agua.

Las probables fugas de aceite o combustible a partir de la maquinaria, así como el contacto con los lubricantes de las mismas, alcanzarán el agua del freático. Particularmente las fases de trabajo con mayor permanencia de maquinaria inmersa en el agua artificial que resultan potencialmente más contaminantes son: el raspado de la roca caliza y la perforación con martillo hidráulico.

Otro impacto sobre el recurso podría ser la contaminación directa mediante el depósito clandestino de residuos sólidos municipales y/o peligrosos, tanto en el cuerpo de agua como en los bordes, generándose en este último caso, probables lixiviados contaminantes.

Por otra parte, durante la etapa de abandono del sitio se plantea la rehabilitación de la zona, lo cual aumentará el nivel de estrato edáfico y vegetal en el perímetro inmediato del área de explotación, facilitando los procesos de recarga del acuífero.

### **PÉRDIDA DE SUELO**

Se refiere al volumen de material que se requiere extraer para realizar ciertas actividades del proyecto en sus diferentes composiciones. Alteración de las características de la capa orgánica del suelo. La pérdida del suelo en el área del proyecto es un impacto severo debido a que en los ecosistemas terrestres, los suelos cumplen importantes servicios ambientales, el más conocido es el soporte y suministro de nutrimentos a las plantas, de ahí que la degradación del suelo esté considerada como un importante problema ambiental.

El suelo, además, constituye el medio donde se realiza una parte importante de los ciclos biogeoquímicos necesarios para el reciclaje de los compuestos orgánicos; otras funciones no menos importantes, son captar el agua que permite la recarga de los acuíferos, lo que influye en la calidad de la misma, filtrando, amortiguando y captando ciertos contaminantes, impidiéndoles llegar a las reservas de agua. El suelo contribuye indirectamente a modular temperatura y humedad, lo cual mejora la calidad del aire (evitando polvaredas y/o favoreciendo la producción de oxígeno), factores todos relacionados con la calidad de vida de los organismos. La implementación del proyecto derivará en la pérdida de suelo, con los que se perderán los servicios ambientales antes mencionados.

La previa explotación de material pétreo durante la fase en seco ha deshabilitado la capa de suelo natural en este sitio y parte del estrato calizo. Por lo que durante esta obra de extracción



en húmedo para su etapa de operación, no habrá impactos importantes sobre el estrato edáfico, ya que este ha sido removido con anterioridad en el área de explotación. Sin embargo, durante la etapa de abandono del sitio, las acciones de restauración que se llevarán a cabo en los perímetros del área contribuirán en la calidad del suelo para el sistema ambiental.

### **PERDIDA DE COBERTURA VEGETAL**

La eliminación de la vegetación en el área de explotación del proyecto durante la habilitación del banco de materiales en estrato seco, contribuyó a la pérdida de cobertura vegetal en la zona, a pesar que este elemento natural es escaso o ha sido modificado con anterioridad. Durante el presente proyecto, la explotación en húmedo se limitará al área de explotación anteriormente considerada, por lo que no serán necesarios desmontes adicionales. A lo más se realizara la limpieza del área principalmente en los pequeños manchones de vegetación herbácea presentes en la zona de explotación por lo que se considera de intensidad baja y puntual.

Dicho lo anterior, el proyecto de operación en estrato húmedo no impactará en mayor cantidad sobre la vegetación de la zona; sin embargo, durante la fase de abandono del sitio se propondrán las medidas necesarias para la rehabilitación del sitio de modo que esto contribuya a la regeneración del suelo. También es importante resaltar la presencia de la franja de vegetación circundante al área de explotación (área de amortiguamiento).

### **AFECTACIÓN DE LA FAUNA**

Debido a la eliminación de la cobertura vegetal en el área de explotación durante la fase de extracción en seco, trajo como consecuencia el desplazamiento de la fauna potencialmente presente en tal fragmento. Por tal razón la operación del proyecto de extracción en estrato húmedo, no generará, salvo dos excepciones, impactos adicionales sobre el componente ambiental.

La primera excepción, es que durante las actividades de tronado para habilitación de material en el estrato húmedo, el ruido generado por las voladuras será factor de perturbación para desplazar a la fauna terrestre potencialmente presente en el área de amortiguamiento del banco hacia los predios colindantes. Este impacto generado será temporal, solo durante el aprovechamiento. Sin embargo, se considerará como acumulativo debido a que en la primera fase de extracción la fauna original será desplazada del sitio y consecuentemente debido al seguimiento de las actividades de explotación en estrato húmedo el ruido nuevamente generado ahuyentará al sobrante.

La segunda excepción, es que durante las actividades de rehabilitación del sitio, se recuperará parcialmente la cobertura vegetal en los taludes del área de explotación, lo cual impactará de manera positiva a la fauna, al permitirle utilizar la zona rehabilitada como zona de paso o hábitat. De manera que la persistencia de este impacto será temporal con una recuperabilidad de criterio mitigable.

## **MODIFICACIÓN DEL PAISAJE**

A pesar de que la estructura del paisaje ya ha sido modificada eliminando gran parte de la vegetación y el sustrato orgánico durante la extracción de material en seco, la intensidad del presente proyecto correspondiente a la extracción en húmedo es alto pero puntual debido a que a pesar de que el área ya ha sido modificada la obra será implementada en el mismo sitio pero repercutirá significativamente sobre el suelo, es decir, la excavación bajo freático generará de manera inmediata un paisaje de tipo laguna artificial trayendo una transformación total y permanente del lugar.

La creación de una depresión o vaso de explotación contrasta significativamente con la composición de ambientes naturales en la zona. Esta característica negativa será reforzada con la implementación del presente proyecto, puesto que se hará más profundo el vaso y se aflorará agua subterránea, introduciendo un elemento que no existe en la zona de forma previa. La extracción de roca caliza del sustrato provocará inevitablemente la conformación de una depresión en el terreno, alterando el relieve natural del sitio. De hecho, esta afectación existe actualmente y será reforzada por la excavación para explotación en estrato húmedo, conformándose una laguna artificial. De tal forma, el impacto sobre el componente será negativo-permanente y puntual.

Esta alteración podrá ser mitigada durante la etapa de abandono del sitio, ya que las actividades de restauración permitirán rehabilitar los perímetros del área explotada, creando conectividad entre el área de amortiguamiento y el área de explotación rehabilitada.

## **GENERACIÓN DE EMPLEOS Y REQUERIMIENTOS DE SERVICIOS**

Todos los impactos serán positivos pero temporales sobre estos componentes. Las actividades de operación del proyecto y abandono del sitio generarán empleos y requerirán servicios diversos. Serán impactos puntuales debido a que los requerimientos adicionales solo serán generados por el proyecto y afectarán al área específica del mismo. Se espera la generación de empleos adicionales con impacto positivo y moderado en el medio socioeconómico.

### **5.4 Conclusiones**

Basándonos en la matriz de impactos expuesta anteriormente, durante el desarrollo del proyecto se observa que el sistema se encontrará generalmente compuesto en un ambiente moderado con un porcentaje específico del 86%, esto es debido a que habrán impactos negativos sobre los componentes bióticos y abióticos mencionados anteriormente, sin embargo los componentes socioeconómicos se verán impactados de manera positiva, ya que se crearán empleos temporales y se requerirá de servicios por lo que aumentará la derrama económica en la zona de influencia al proyecto. De igual forma, los impactos ocasionados serán en gran medida atenuados durante las diferentes etapas del proyecto con la aplicación y ejecución de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuesta, por lo que las actividades

que se realizarán no pondrán en riesgo la estabilidad del sistema ambiental, por lo que considera compatible y ambientalmente viable la realización del presente proyecto.

**CONTENIDO**

6. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES \_\_\_\_\_ 2

6.1 Descripción de la medida o programa de medida de la mitigación o correctivas del componente ambiental. \_\_\_\_ 4

6.2 Impactos residuales \_\_\_\_\_ 13

**TABLAS**

Tabla 6. 1 Simbología que se utilizara para categorizar las medidas propuestas. .... 3

Tabla 6. 2 Medidas para el impacto Generación de ruido y emisiones a la atmosfera ..... 4

Tabla 6. 3 Medidas para el impacto Afectación en la calidad del agua ..... 5

Tabla 6. 4 Medidas para el impacto Pérdida de suelo e Impermeabilización del suelo..... 8

Tabla 6. 5 Medidas para el impacto Pérdida de cobertura vegetal..... 9

Tabla 6. 6 Medidas para el impacto Afectación de la fauna y Afectación de especies en la NOM-059-SERMARNAT-2010  
..... 10

Tabla 6. 7 Medidas para el impacto Modificación al Paisaje ..... 11

Tabla 6. 8 Medidas adicionales de seguridad ..... 11

## 6. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Después de analizar y evaluar los impactos generados en cada uno de los recursos del medio natural, se plantean las estrategias para la prevención y mitigación de los impactos detectados, por la realización de las actividades inherentes al proyecto.

Es conveniente mencionar que los impactos generados en cada una de las etapas del desarrollo del proyecto, son factibles de ser previstos y además de ser mitigables, y en algunos casos van a generar un cambio positivo en la situación actual, como es el caso de las condiciones socioeconómicas de la región.

De acuerdo con la evaluación del Capítulo 5, los impactos se centraron durante la etapa de Operación y mantenimiento del proyecto (O) y Abandono-rehabilitación y por lo tanto, las medidas de prevención, mitigación y compensación serán principalmente sobre esta etapa. No se incluye la preparación del sitio como tal, debido a que el terreno ya fue desmontado durante la instalación del banco en explotación en seco, únicamente se efectuará la limpieza del sitio la cual se tomará en cuenta dentro de las medidas.

En base a lo antes comentado, el presente capítulo se especificará puntualmente los impactos a mitigar con base en el análisis realizado de ellos en el Capítulo 5, y en el cual se evaluó la periodicidad, la intensidad, la extensión, la temporalidad, su persistencia o duración, su sinergia, su acumulación, su capacidad de recuperación, su controversia y su mitigación. Este análisis también sirvió para proporcionar el nivel de incidencia que se tendría al aplicar las medidas de mitigación que se proponen.

### Clasificación de las Medidas de Mitigación

Las medidas planteadas para el proyecto se clasifican en:

- Medidas de Prevención
- Medidas de Mitigación
- Medidas de Compensación

Con las medidas Preventivas se pretende preparar y anticiparse a cualquier evento que tiene la probabilidad de ocurrir, por lo que estas medidas protegerán los componentes y factores del sistema ambiental. Dentro de estas medidas podemos citar el mantenimiento de equipo y maquinaria, la señalización durante del tránsito, el adiestramiento y la capacitación, la utilización de equipo de protección, entre otras. Estas medidas se deben desarrollar antes de la actividad determinada, de manera que estas sean condicionantes y restrictivas con su aplicación y eviten algún impacto.

Las medidas de Mitigación, son aquellas que con su aplicación, se van a reducir los efectos de alguna actividad con su desarrollo, mas no la restringen, por lo que las medidas planteadas para este estudio, proponen la implantación de acciones enfocadas a atenuar o minimizar los

impactos adversos identificados en los componentes y factores del sistema ambiental. Las medidas de mitigación que se contemplan para el proyecto son de tres tipos:

- Ecológicas, las cuales están orientadas a proteger y recuperar componentes naturales, cuyo deterioro produciría en el futuro costos ambientales mayores.
- Económicas, estas están enfocadas a proteger los recursos naturales de los que dependen varias actividades económicas.
- Sociales, están encaminadas a proteger a la población de daños a la salud, a su cultura y a su economía.

En lo que respecta a las medidas de Compensación, se puede definir como las acciones que se ejecutarán para resarcir el deterioro ocasionado por la obra o actividad proyectada pero que no están directamente relacionadas o en su caso realizar actividades de beneficio ambiental en un elemento distinto al afectado. Las medidas de compensación propuestas, pretenden resarcir y equilibrar los efectos del proyecto en cuestión al medio ambiente.

### Agrupación de los Impactos de Acuerdo con las Medidas de Mitigación Propuestas

Las principales medidas presentadas para este proyecto, se describen para cada componente ambiental identificado, y para la etapa en la que se presenta; adicionalmente se dan los elementos para evidenciar el cumplimiento de las medidas. Es conveniente mencionar que algunas medidas son similares en dos o tres etapas del proyecto, por lo que las diferentes actividades planteadas pueden estar presentes en varios momentos del proyecto.

Se establecieron en el Capítulo 5 los componentes y factores ambientales que podrían ser impactados por la realización de la obra. Con base en ellos se establecerán las medidas de prevención, mitigación y compensación para el proyecto, en este caso se considera agrupado en cada componente los factores ambientales definidos en la evaluación de los impactos ambientales.

En las tablas de las medidas propuestas se presentan algunas abreviaturas que se muestran en la siguiente Tabla.

**Tabla 6. 1** Simbología que se utilizara para categorizar las medidas propuestas.

| TIPO DE MEDIDA |   | FACTOR AMBIENTAL AFECTADO |     | ETAPA DEL PROYECTO                |   |
|----------------|---|---------------------------|-----|-----------------------------------|---|
| Prevención     | P | Agua                      | Ag  | Limpieza de sitio                 | L |
|                |   | Suelo                     | S   |                                   |   |
| Mitigación     | M | Aire                      | Ai  | Operación y mantenimiento         | O |
|                |   | Flora                     | Flo |                                   |   |
| Compensación   | C | Fauna                     | Fa  | Abandono-rehabilitación del sitio | A |
|                |   | Socioeconómico            | Se  |                                   |   |

## 6.1 Descripción de la medida o programa de medida de la mitigación o correctivas del componente ambiental.

En la siguiente tabla se presentan las medidas mencionando su tipo, los componentes ambientales afectados, las etapas del proyecto en donde ocurrirán y el seguimiento que se le dará.

**Tabla 6. 2** Medidas para el Factor Ambiental **AIRE**

| MEDIDA  | TIPO DE MEDIDA | ETAPA DEL PROYECTO | SEGUIMIENTO  |
|---|----------------|--------------------|--|
| El equipo, vehículos y maquinaria utilizados deberán contar con mantenimiento periódico que incluyan afinación mayor y reemplazo de piezas o partes defectuosas.              | P              | L, O               | Facturas de talleres externos.<br>Llevar a cabo el procedimiento de supervisión ambiental (Ver <b>Anexo 6</b> de este estudio).                                    |
| El personal empleado no deberá encender fogatas, quemar basura o restos de vegetación seca.   | P              | O,A                | Reporte fotográfico que se generen de visitas al sitio seleccionado para desarrollar el proyecto con objeto de constatar el cumplimiento de las medidas propuestas |
| Se deberá proporcionar tapones auditivos a los trabajadores que estén expuestos de manera permanente a las máquinas perforadoras, así como en el tronado de los explosivos.   | P              | O                  | Por medio del reporte fotográfico que se generen de visitas al sitio verificar el uso de dicho dispositivo por los trabajadores.                                   |
| Los camiones que transporten material pétreo al área del proyecto deberán contar con lonas que eviten la dispersión de polvos, o bien humedecer el material para el traslado. | M              | O                  | Reporte fotográfico que se genere de visitas al sitio seleccionado para desarrollar el proyecto con objeto de constatar el cumplimiento de las medidas propuestas. |
| Se deberá humedecer los caminos internos,   | M              | O,A                | Reporte fotográfico  |

| MEDIDA   | TIPO DE MEDIDA | ETAPA DEL PROYECTO | SEGUIMIENTO  |
|--|----------------|--------------------|--|
| con el fin de minimizar la emisión de polvos.  |                |                    | que se genere de visitas al sitio seleccionado para desarrollar el proyecto con objeto de constatar el cumplimiento de las medidas propuestas  |
| A todos los automotores que pretendan ser utilizados durante el desarrollo de la obra, se les deberá practicar los mantenimientos predictivos, preventivos y correctivos necesarios antes de su traslado y operación en el sitio seleccionado para el desarrollo de la obra. | P              | L, O               | Facturas generadas por servicios de mantenimiento preventivo o correctivo donde se establezcan los datos de los vehículos atendidos, mismos que deberán coincidir con los datos de los vehículos utilizados en campo |
| Los vehículos que se empleen en obra deberán tener mantenimientos periódicos. En el caso de la maquinaria pesada ésta deberá estar en buen estado de funcionamiento  | P              | O, A               | Facturas generadas por servicios de mantenimiento preventivo o correctivo donde se establezcan los datos de los vehículos atendidos, mismos que deberán coincidir con los datos de los vehículos utilizados en campo |
|  |                |                    |  |

**Tabla 6. 3** Medidas para el Factor Ambiental AGUA

| MEDIDA   | TIPO DE MEDIDA | ETAPA DEL PROYECTO | SEGUIMIENTO                      |
|--|----------------|--------------------|----------------------------------|
| El área del proyecto ya cuenta con sanitarios propios debido a la obra | P              | L                  | Facturas de Renta, Fotografías y |



| MEDIDA   | TIPO DE MEDIDA | ETAPA DEL PROYECTO | SEGUIMIENTO   |
|--|----------------|--------------------|---|
| anteriormente efectuada de extracción en seco por lo que únicamente se le dará mantenimiento a las áreas para evitar alguna filtración al subsuelo. Se deberán colocar letreros que promuevan su uso.  |                |                    | supervisión en campo  |
| El agua para consumo de los trabajadores, procederá de bidones proveídos por la constructora.  | M              | L, O               | Fotografías del suministro de agua.   |
| <p>No se deberá excavar a mayor profundidad de la solicitada en este estudio (más de 15 m por debajo del nivel freático).</p> <p>No introducir objetos extraños a cuerpos de agua, así como la utilización de maquinaria en mal estado que pudiera modificar o contaminar las características del agua. Se prohíbe depositar cualquier tipo de residuo al agua aflorada (laguna). Dicha agua no se deberá extraer para ningún uso.</p> | P              | O, A               | El cumplimiento de la medida se verificará por medio de un programa de supervisión ambiental (Ver <b>Anexo 6</b> de este estudio).  |
| <p>Estará estrictamente prohibido bañarse en tales cuerpos de agua, en previsión de posibles enfermedades cutáneas o intestinales.</p> <p>Se deberá establecer un Programa de Monitoreos de la calidad el agua, que permitan conocer la calidad del agua subterránea; presentar los reportes pertinentes a la autoridad competente.</p>  | P              | O, A               | Para el cumplimiento de la medida se verificará que se cumpla con lo establecido en el programa de supervisión ambiental (Ver Anexo 6 de este estudio). Deberán realizarse y presentarse los resultados de los estudios de calidad del agua de la laguna. |
| <p>Se llevarán a cabo las siguientes acciones para prevenir derrames de hidrocarburos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Los vehículos utilizados en el proyecto cargarán combustible exclusivamente en las estaciones de servicio.</li> </ul>  | P              | O,A                | El cumplimiento de la medida se verificará por medio de un programa de supervisión ambiental  |

| MEDIDA   | TIPO DE MEDIDA | ETAPA DEL PROYECTO | SEGUIMIENTO   |
|--|----------------|--------------------|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>La maquinaria y equipo sólo deberán abastecerse por personal calificado y en presencia de algún supervisor.</li> <li>Se prohibirá el cambio de aceite de los vehículos y maquinaria u otro equipo en las áreas de trabajo.</li> <li>Los cambios de aceite se realizarán en talleres autorizados.</li> <li>Cualquier derrame accidental, deberá ser removido inmediatamente.</li> <li>Inspeccionar continuamente la maquinaria utilizada en el proyecto para detectar oportunamente fugas</li> </ul> |                |                    | (Ver <b>Anexo 6</b> de este estudio). Se generará una memoria fotográfica de las buenas prácticas ambientales aplicada para evitar el deterioro en la calidad del agua de la región.  |
| Se deberán manejar adecuadamente todos los residuos peligrosos, como aceites, diesel, gasolina, lubricantes, estopas impregnadas con algún material peligroso, con el fin de evitar derrames y el potencial alcance de estos al acuífero expuesto durante las actividades extractivas. Esto es disponerlos en contenedores rotulados y con tapas, separados en residuos no peligrosos, en un área impermeabilizada, para posteriormente ser retirados y dispuestos en sitios autorizados.  | P              | O                  | El cumplimiento de la medida se verificara por medio de un programa de supervisión ambiental (Ver <b>Anexo 6</b> de este estudio). Se generará una memoria fotográfica de las buenas prácticas ambientales aplicada para evitar el deterioro en la calidad del agua de la región. |
| En caso que haya un derrame de los residuos peligrosos, tales como aceites, se procederá a recogerlos inmediatamente y depositarlos en los contenedores indicados.   | P,M            | O,A                | El cumplimiento de la medida se verificara por medio de un programa de supervisión ambiental (Ver <b>Anexo 6</b> de este estudio).  |
| La maquinaria y equipos que requieran reparaciones mayores o que puedan generar residuos peligrosos, serán retirados del área de trabajo. Las reparaciones se realizarán en el taller externo de la compañía   | P              | O                  | El cumplimiento de la medida se verificara por medio de un programa de supervisión ambiental (Ver Anexo 6 de este estudio).   |

| MEDIDA  | TIPO DE MEDIDA | ETAPA DEL PROYECTO | SEGUIMIENTO   |
|---|----------------|--------------------|---|
| Queda estrictamente prohibida la disposición de residuos sólidos, fecalismo al aire libre en las inmediaciones del banco. | P              | O,A                | El cumplimiento de la medida se verificara por medio de un programa de supervisión ambiental (Ver <b>Anexo 5</b> de este estudio). Contará con memoria fotográfica del buen manejo de los pocos residuos sólidos generados por los trabajadores y dispuestos en depósitos con tapa y perfectamente rotuladas. |

**Tabla 6. 4** Medidas para el Factor Ambiental SUELO

| MEDIDA  | TIPO DE MEDIDA | ETAPA DEL PROYECTO | SEGUIMIENTO   |
|---|----------------|--------------------|---|
| Se deberá establecer límites entre el área de proyecto y las áreas de amortiguamiento perimetral esto con el fin de evitar sobrepasar las áreas designadas para obra y ocasionar daños a las zonas conservadas con vegetación natural.  | P              | L, O               | Para dar el respectivo cumplimiento a esta medida se aplicará un programa de supervisión ambiental ( <b>Ver anexo 6</b> ).  |
| En las áreas de trabajo se ubicarán botes de almacenamiento de residuos sólidos urbanos, estos contarán con tapa para evitar la proliferación de vectores indeseables y deberán estar rotulados. No se debe permitir la disposición de residuos en el piso descubierto.<br><br>Se fomentará el reciclaje de los residuos generados en los frentes de trabajo durante todas las etapas del proyecto. | M              | L, O               | Supervisión en campo y fotografías de la ubicación de los recipientes y rotulación.<br>Se aplicará un Procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos (Ver <b>Anexo 6</b> de este estudio). |

| MEDIDA   | TIPO DE MEDIDA | ETAPA DEL PROYECTO | SEGUIMIENTO  |
|--|----------------|--------------------|--|
| Se deberá establecer límites entre el área de proyecto y las áreas de amortiguamiento perimetral esto con el fin de evitar sobrepasar las áreas designadas para obra y ocasionar daños a las zonas conservadas con vegetación natural. | P              | L, O               | Para dar el respectivo cumplimiento a esta medida se aplicará un programa de supervisión ambiental ( <b>Ver anexo 6</b> ). |
| Los contenedores de residuos sólidos, se deberán retirar periódicamente del sitio para ser enviados a sitios autorizados.  | M              | O                  | Supervisión en campo, fotografías del retiro de los recipientes, recibos de disposición final                              |
| Limpieza y recolección periódica durante el desarrollo de la obra, de los residuos sólidos urbanos existentes en el área de influencia del proyecto.   | M              | O                  | Supervisión en campo, fotografías del mantenimiento aplicado   |
| Disposición adecuada de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial conforme a la legislación aplicable.   | M              | O                  | Supervisión en campo, fotografías del retiro de la disposición final, recibos del ingreso de al sitio de disposición.      |
| Capacitación de personal operativo y de supervisión en el manejo de residuos.  | P              | O                  | Temario de capacitación, fotografías de la capacitación  |

**Tabla 6. 5** Medidas para el impacto FLORA

| MEDIDA   | TIPO DE MEDIDA | ETAPA DEL PROYECTO | SEGUIMIENTO   |
|--|----------------|--------------------|---|
| <p>En el área del predio se establecerá un perímetro del 52.6% de la superficie total del proyecto como área de amortiguamiento (67.923158 ha), esto tomado como una medida de compensación por la pérdida de vegetación por la afectación de la obra anterior de extracción en seco.</p> <p>Esta área natural fungirá como corredor de vegetación para la fauna silvestre típica de esta zona, recarga del acuífero, captura de carbono, liberación del oxígeno, protección del suelo, etc.</p> | M              | L, O               | <p>Supervisión ambiental</p> <p>Memoria fotográfica de las áreas de conservación establecidas en el proyecto.</p> |

| MEDIDA  | TIPO DE MEDIDA | ETAPA DEL PROYECTO | SEGUIMIENTO  |
|---|----------------|--------------------|--|
| Las actividades de limpieza del sitio se limitarán a las áreas solicitadas en el proyecto. Se deberá tener cuidado de no afectar las raíces de plantas que no queden inmersas en el área de afectación. | P              | L                  | Supervisión en campo, fotografía de la limpieza del sitio. |
| No realizar la quema o la eliminación de los residuos vegetales mediante el empleo de productos químicos.   | P              | L                  | Supervisión en campo, fotografía del desmonte              |

**Tabla 6. 6** Medidas para el Factor Ambiental FAUNA

| MEDIDA  | TIPO DE MEDIDA | ETAPA DEL PROYECTO | SEGUIMIENTO   |
|---|----------------|--------------------|---|
| Se prohíbe cualquier tipo de aprovechamiento o afectación de fauna silvestre presente en el sitio. Así mismo se deberá evitar el sacrificio de fauna que quede expuesta durante los trabajos de operación.  | P              | L, O, A            | Supervisión en Campo  |
| En las áreas de afectación terrestre, revisar previo a la limpieza del sitio, la presencia de nidos o madrigueras activas, para en su caso reubicar o ahuyentar a la fauna. Por otro lado, se debe evitar la destrucción o perturbación de los sitios de anidación de aves o madrigueras en áreas adyacentes a la superficie de afectación. | M              | L, O               | Supervisión en Campo, fotografías en su caso.   |
| Para evitar la afectación de la fauna de áreas colindantes se deberá delimitar las áreas para la limpieza y de obra.  | M              | Ps, Co             | Supervisión en campo y memoria fotográfica de los señalamientos preventivos para evitar la afectación de la fauna.  |
| El proyecto propone la presencia de áreas de amortiguamiento que permitirán el descanso de especies de aves y fungirá como hábitat de pequeños reptiles, permitiendo la conectividad del ecosistema con la de otros predios adyacentes y que en conjunto fomentaran la dispersión de la fauna silvestre de la región.                       | M              | Om                 | Supervisar el cumplimiento en la permanencia de las áreas de amortiguamiento perimetral, propuesto por el proyecto. |

**Tabla 6. 7** Medidas para el Factor Ambiental PAISAJE

| <b>MEDIDA</b>  | <b>TIPO DE MEDIDA</b> | <b>ETAPA DEL PROYECTO</b> | <b>SEGUIMIENTO</b>   |
|--|-----------------------|---------------------------|--|
| En las áreas destinadas para áreas de amortiguamiento del banco de material así como áreas sin uso de la obra, se mantendrán la vegetación y suelo existentes.   | P                     | L, O                      | El cumplimiento de la medida se verificara por medio de un programa de supervisión ambiental.  |
| En los bordes del área de explotación, deberá dejarse un talud con un ángulo de al menos 45° para permitir la regeneración y colonización de especies acuáticas vegetales cuando el sitio sea abandonado y rehabilitado, así como para evitar riesgos a la población así como a la fauna, debido a que el cuerpo de agua formado debido a la extracción en húmedo durante el proyecto. | M                     | O                         | El cumplimiento de la medida se verificara por medio de un programa de supervisión ambiental.  |
| Se deberá colocar un señalamiento o carteles de tamaño adecuado que indiquen que está prohibido tirar o disponer residuos de cualquier tipo, dado que en el área se estará desarrollando actividades de restauración del sitio.  | P                     | A                         | Se pretende generar un reporte fotográfico de las visitas al sitio seleccionado para desarrollar el proyecto con objeto de constatar el cumplimiento de las medidas propuestas |
| Posterior a la explotación se deberá rehabilitar el sitio con especies nativas para que se restablezcan de manera natural las especies de flora y fauna, esto en caso de que el posterior uso del terreno sirva como algún proyecto acuático.  | C                     | A                         | Aplicación de un programa de restauración en diferentes áreas del proyecto y efectuar la debida supervisión ambiental al mismo.  |

**Tabla 6. 8** Medidas adicionales de seguridad

| <b>MEDIDA</b>  | <b>TIPO DE MEDIDA</b> | <b>ETAPA DEL PROYECTO</b> | <b>SEGUIMIENTO</b>                           |
|--|-----------------------|---------------------------|--|
| Se deberán instalar señales preventivas, restrictivas y de información en la etapa de operación. | M                     | O                         | Fotografías de la instalación de las señales |

| <b>MEDIDA</b>  | <b>TIPO DE MEDIDA</b> | <b>ETAPA DEL PROYECTO</b> | <b>SEGUIMIENTO</b>                            |
|--|-----------------------|---------------------------|---|
| Capacitación del personal operativo para el buen desempeño laboral y evitar accidentes, así como con servicios de atención y equipamiento contra eventualidades menores.                           | P                     | L, O, A                   | Fotografías de la capacitación                |
| Se deberá proporcionar al personal el equipo de protección personal (botas, guantes, tapones auditivos, etc.) según los requerimientos de las actividades que se realicen, para su uso permanente. | P                     | L, O                      | Fotografías del uso del equipo de protección. |
| Se colocarán cintas restrictivas de paso hacia áreas críticas cuando el proyecto se encuentre desarrollándose en las inmediaciones   | M                     | O                         | Fotografías de los señalamientos              |

Para la restauración del banco en estrato húmedo, se considerarán adicionalmente los siguientes:

1. Conformación de un talud perimetral para minimizar la erosión del suelo por arrastre pluvial.
2. En los bordes del área de explotación, deberá dejarse un talud con un ángulo de inclinación con la horizontal de 45° para permitir la regeneración y colonización vegetal cuando el sitio sea abandonado.
3. Fomento de especies con afinidad hidrófila en los bordes de la laguna creada.
4. Se deberán establecer las medidas de seguridad adecuadas durante todas las actividades de rehabilitación para garantizar el éxito de las mismas, las cuales además deberán incluir las medidas preventivas para evitar la generación de cualquier tipo de residuo.
6. Se podría sugerir la promoción de plantas hidrófilas con el fin de contribuir a mantener la salud del sistema ambiental. La duración del programa estará en función del tiempo necesario para garantizar el éxito adaptativo de las plantas al sitio, así como del tiempo de desarrollo necesario para garantizar su sobrevivencia.
7. Deberá realizarse un Monitoreo inicial y final de la calidad de agua.

Adicionalmente, para el cumplimiento de todas las medidas de prevención y mitigación se deberá contar con supervisión permanente por medio de profesionistas capacitados.

## 6.2 Impactos residuales

Las actividades extractivas en el banco de material implicarán dos principales afectaciones al sistema ambiental actual: la alteración adicional del relieve local y la exposición de agua del manto freático (creación de laguna de cantera). En el primer caso, el impacto en la zona es acumulativo, no atribuible exclusivamente al proyecto ya que el relieve había sido modificado previamente con la instalación del banco en estrato seco en el predio. Por otra parte, este proyecto no será el primer banco de material que excave directamente por debajo del primer nivel freático en la zona, de manera que la creación de una laguna de cantera será un impacto acumulativo pero mitigable.

En términos generales, los impactos residuales que producirá la extracción de material pétreo hasta 15m por debajo del primer nivel freático en la zona de estudio son los siguientes:

1. Pérdida del estrato rocoso, generándose una depresión o vaso de 15 m de profundidad en aproximadamente 61.312769 ha, modificándose el relieve local. Aún con medidas de compensación, como por ejemplo la restauración mediante la reforestación de los taludes del área de explotación, este impacto persistirá en el corto y mediano plazo.
2. Exposición del agua del primer manto freático, creándose una laguna de cantera que representa un elemento extraño en el sistema ambiental local, la cual fomentará especies previamente no presentes e incrementará el riesgo potencial de contaminación del agua subterránea en la zona. La medida de mitigación a aplicarse en este caso, es el monitoreo del cuerpo de agua, tanto durante la operación del banco de materiales, como en la fase de abandono del mismo.
3. La reforestación posterior durante la rehabilitación del banco de material en los taludes y la zona afectada en general, incrementará la biodiversidad local respecto a la actualmente existente y a la presente en las colindancias inmediatas del terreno. No obstante, esta modificación permanente del sistema se considera positivo, puesto que involucrará especies nativas y del tipo de vegetación, además de algunas especies hidrófilas comunes en la región. Se espera que a largo plazo, la fauna local se reintegre al sistema.

Así pues, los impactos residuales a corto, mediano y largo plazo, podrán ser compensados y minimizados con la implementación de las medidas adecuadas de prevención y mitigación de impactos ambientales.



## **CONTENIDO**

|     |  |   |
|-----|--|---|
| 7.  | PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS | 2 |
| 7.1 | Pronóstico del escenario.  | 2 |
| 7.2 | Programa de vigilancia ambiental.                                | 5 |
| 7.3 | Conclusiones   | 8 |
| 7.4 | Bibliografía   | 9 |

## **TABLAS**

|            |  |   |
|------------|--|---|
| Tabla 7. 1 | A continuación se describen como son los pronósticos en el medio abiótico, biótico y socioeconómico: | 3 |
| Tabla 7. 2 | Programa de vigilancia ambiental   | 5 |

## **7. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS**

### **7.1 Pronóstico del escenario.**

Se tendrá en el sitio específico del proyecto, el siguiente panorama desde los límites del proyecto hacia el interior del banco:

En cuanto a la vegetación perimetral del área de amortiguamiento esta es secundaria y se encuentra muy perturbada y se pretende que se desarrolle con el tiempo.

El talud conformado en el borde del área de explotación, presenta predominancia de arbustos y herbáceas, con algunos elementos arbóreos jóvenes en pleno desarrollo. Las raíces de esta vegetación permiten la compactación y mantenimiento del suelo de reciente conformación en este declive, minimizando la erosión del mismo por arrastre pluvial. La inclinación de este talud permite que las especies arbustivas se desarrollen y que especies de fauna suburbana se desplacen hasta el cuerpo de agua en la parte central.

Al término de la etapa del proyecto bordearán a la laguna conformada, un cinturón de hidrófilas comunes en los cuerpos de agua naturales en la región. Estas permitirán que el sustrato de transición entre la parte seca y la húmeda se mantenga firme y consolidado. Estas hidrófilas contribuyen a mantener la salud del sistema ambiental mediante el procesamiento y reciclaje de nutrientes que junto con la circulación del agua subterránea.

El panorama general del área es semejante a una rejollada de aproximadamente 5 m de profundidad de porción seca, desde el borde hasta la interfase acuática. La fauna silvestre-suburbana presente en la región se reintegra poco a poco al sistema local.

#### **PRONÓSTICO DEL ESCENARIO SIN PROYECTO.**

Actualmente el área del proyecto no presenta actividad alguna, pero anteriormente el predio tuvo actividades de extracción en seco, dejando montículos de materia pétreo que se sigue vendiendo, no obstante, no se generaran más empleos para los pobladores cercanos al terminarse el material acumulado.

#### **PRONÓSTICO DEL ESCENARIO CON PROYECTO Y SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN.**

Sin las medidas de mitigación en el desarrollo del proyecto no se tendrán el control necesario sobre las áreas a afectar, ya que podrían dañar superficies no autorizadas, o impactar en mayor intensidad.

No se prevendrían los impactos por derrames de aceite y diésel.

Al finalizar la operación del proyecto se tendría un escenario drástico con el entorno, al dañar la vegetación y por lo tanto a la fauna que utilice las zonas con vegetación, se afectaría el acuífero con aguas residuales.

**PRONÓSTICO DEL ESCENARIO CON PROYECTO Y CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN.**

El proyecto contempla la utilización únicamente a las áreas que se solicitan en el presente estudio, se vigilará que durante las obras no se afecten otras áreas no solicitadas, previo a las actividades de limpieza del sitio se ejecutarán procedimientos para evitar el daño a especies de fauna bajo algún estatus de protección, los residuos de cualquier tipo serán tratados de manera adecuada, se ofrecerá trabajos temporales y permanentes a los pobladores cercanos y con ello mejorar su calidad de vida.

**Tabla 7. 1** A continuación se describen como son los pronósticos en el medio abiótico, biótico y socioeconómico:

| Medio abiótico                       | Escenario sin proyecto  | Escenario con proyecto sin implementar medidas de mitigación   | Escenario con proyecto implementando medidas de mitigación   |
|--------------------------------------|---|--|--|
| Clima                                | No habrá cambios  | No habrá cambios   | No habrá cambios   |
| Geología y geomorfología             | No habrá cambios  | No habrá cambios   | No habrá cambios   |
| Suelos                               | No habrá cambios  | Inadecuada disposición de residuos sólidos urbanos y peligrosos en todas las zonas, aprovechamiento desmedido del material pétreo. | Los residuos: éstos serán separados por medio de contenedores debidamente identificados, no se generaran residuos peligrosos deliberadamente, ya que solamente se podrían generar en las revisiones de maquinaria los cuales serán retirados por la empresa arrendadora de la maquinaria, solamente se aprovechara de las áreas solicitadas. |
| Hidrología superficial y subterránea | Como ocurre en la mayor parte de la Península de Yucatán, la cantidad de agua no será afectada. | Durante la implementación del proyecto el agua será afectada por la inadecuada dispersión de los                                   | Como se ha mencionado, los residuos se dispondrán de manera adecuada, para evitar filtración de lixiviados al manto acuífero. En la etapa de   |

| <b>Medio abiótico</b> | <b>Escenario sin proyecto</b> | <b>Escenario con sin implementar medidas de mitigación</b> | <b>Escenario con proyecto implementando medidas de mitigación</b>   |
|-----------------------|-------------------------------|--|---|
|                       |                               | residuos sólidos urbanos y peligrosos.                     | operación, se cuenta con sanitarios en el área denominada industrial debido a la implementación de este sistema durante la anterior obra de extracción en seco. |

| <b>Medio biótico</b> | <b>Escenario sin proyecto</b>   | <b>Escenario con sin implementar medidas de mitigación</b>   | <b>Escenario con proyecto implementando medidas de mitigación</b>  |
|----------------------|---|--|--|
| Vegetación terrestre | La vegetación permanecerá desarrollándose en el área aun en las condiciones pobres de suelo | Aunque en el área del proyecto hay escasa vegetación, al realizar cada área de la obra no se respetará los límites establecidos, dañando zonas fuera de la autorizada. | Cabe destacar que en el sitio hay escasa vegetación y solamente se utilizan las áreas que se solicitan, se delimitara el área de explotación para no dañar áreas aledañas y en el abandono se pretende reforestar los taludes que rodean el área de explotación.   |
| Fauna terrestre      | La fauna terrestre actualmente es tolerante a las actividades que se realizan en el área.   | Se podrán presentar daños a la fauna durante las actividades operación.  | Previo a las actividades de limpieza del sitio se capacitará al personal para evitar el daño a la fauna, también se realizarán recorridos con el fin de reubicar a las especies de lento desplazamiento, al finalizar el proyecto, las especies de fauna podrán utilizar tanto las áreas de amortiguamiento. |
| Paisaje              | El paisaje seguirá un   | El área dentro un paisaje devastador al  | Se observara que solamente se afectarán las  |

| Medio biótico | Escenario sin proyecto  | Escenario con sin implementar medidas de mitigación  | Escenario con proyecto implementando medidas de mitigación   |
|---------------|-------------------------|--|--|
|               | panorama tal como está. | no respetarse las áreas solicitadas, se tendría un área cubierta de cualquier tipo de residuos dispersa. | áreas solicitadas y se mantendrá el estado natural de las áreas de amortiguamiento. Al término de obra, también se realizará una adecuada disposición de todos los residuos. |

En cuanto al Medio socioeconómico, el escenario sin proyecto en la economía local no tendría cambios y únicamente se perdería la posibilidad de una oportunidad de trabajo, no obstante, con el desarrollo de esta obra se pretende contratar personal de los poblados cercanos, así como de obtener insumos de estos lugares.

## 7.2 Programa de vigilancia ambiental.

Para el presente proyecto se establecerá un Programa de Vigilancia Ambiental que permita disminuir las posibles afectaciones en el área del proyecto, garantizar la protección de los recursos naturales, así como verificar el cumplimiento de la legislación durante la operación del proyecto.

El objetivo del programa de vigilancia ambiental es el seguimiento y evaluación de las actividades que implican cambios en el comportamiento del sistema ambiental, así como la revisión y cumplimiento de las medidas establecidas en el Capítulo 6 de esta manifestación.

El programa de vigilancia permitirá evitar o minimizar en la medida de lo posible los impactos identificados en el Capítulo 5 de la MIA y validar los avances del desarrollo de la obra.

El siguiente apartado tiene el objetivo de establecer los puntos de control, seguimiento y cumplimiento para evitar impactos y calificar los cumplimientos del promovente y que este último los considere para la protección del ambiente. Lo anterior se resume en la tabla siguiente.

**Tabla 7. 2** Programa de vigilancia ambiental.

| IMPACTO   | ACTIVIDAD GENERADORA   | PROCEDIMIENTO DE CONTROL  |
|---|--|---|
| Contaminación del agua subterránea por un inadecuado manejo de residuos | Derrames de combustibles o aceites de los equipos empleados. | 1. Verificación de los vehículos y equipos antes de su uso.<br>2. Manejo adecuado de residuos peligrosos. |

| IMPACTO   | ACTIVIDAD GENERADORA  | PROCEDIMIENTO DE CONTROL   |
|---|---|--|
| <p>peligrosos.</p> <p>Generación de residuos sólidos y peligrosos</p> | <p>a) Alimentación de trabajadores</p> <p>b) Operación de equipos</p> <p>c) Mantenimiento de y equipo</p> <p>d) Operación del banco</p> | <p>1. Uso de contenedores para residuos.</p> <p>2. Traslado a disposición final de los residuos generados.</p> <p>3. Verificar el buen estado y mantenimiento de los vehículos y equipos.</p> <p>4. Procedimientos para el manejo de residuos sólidos y de residuos peligrosos.</p>                          |
| <p>Emisión de polvos y ruido excesivo</p>                             | <p>a) Traslado de material</p> <p>b) Tronado de material rocoso.</p> <p>c) Operación de equipos y vehículos</p>                         | <p>1. Humedecimiento de áreas con polvos excesivos.</p> <p>2. Uso de lonas en camiones de volteo.</p> <p>3. Uso de auriculares para el personal de campo.</p> <p>4. Afinación de vehículos.</p>  |
| <p>Accidentes en el trabajo</p>                                       | <p>1. Descuido del personal o falta de capacitación</p> <p>2. Infraestructura Inadecuada</p>  | <p>1. Capacitar al personal en la realización de sus actividades designadas.</p> <p>2. Contar con equipo especializado en la realización de sus actividades, como: guantes, fajas, auriculares, etc.</p> <p>3. Planear bien las zonas de acceso de los trabajadores y mantenerlas en buenas condiciones.</p> |

Para darle fiel cumplimiento de cada uno de los puntos se elaboró un Procedimiento Vigilancia (Supervisión) Ambiental adicional (**Anexo 6**).

**En resumen se puede indicar lo siguiente:**

#### **En cuanto a los aspectos físicos y químicos**

- El sitio no se encuentra en áreas geológicamente inestables, con fallas o fracturas de relevancia que pudieran poner en riesgo la estabilidad de la obra.
- Los residuos sólidos o líquidos generados serán manejados adecuadamente en tambos perfectamente rotulados de acuerdo a su tipo (orgánico, inorgánico y peligroso).

- El acuífero de la zona se considera poco idónea para el consumo humano, para el caso del agua para consumo de los trabajadores estos se obtendrán de centros de servicios cercanos al área del proyecto.
- La calidad del aire se verá afectada de manera temporal. La emisión de partículas suspendidas producto de los trabajos durante la extracción de material en húmedo serán poco significativas debido a que dicho material extraído se encontrará humedecido lo cual evitará el esparcimiento del material pétreo, por otra parte una vez secos durante el traslado se tomarán medidas preventivas. La magnitud del impacto será poco perceptible debido a que las cantidades de polvo que tendrán durante toda la etapa de operación del proyecto.
- Las condiciones tanto bióticas como abióticas se verán afectadas de manera poco significativa y en su mayoría de manera temporal, esto debido a que el área del proyecto se encuentra perturbado debido a acciones de las actividades realizadas anteriormente. Las afectaciones serán de manera puntual por lo que evaluando el proyecto, esté afectara de manera negativa de intensidad baja el sistema delimitado, por lo que permite el establecimiento del proyecto sin generar impactos significativos relevantes.

### **En cuanto a los aspectos Biológicos-Ecológicos**

- El sitio seleccionado no se encuentra dentro de áreas naturales protegidas o áreas terrestres prioritarias. El área del proyecto es ambientalmente perturbado por las actividades de extracción en seco realizadas con anterioridad sobre el sitio.
- El hecho de efectuar la limpieza del sitio removiendo vegetación secundaria mayormente herbácea afectará de manera poco significativa la calidad sanitaria del ambiente y el paisaje. Sin embargo, las medidas de compensación pertinentes a este aspecto mitigarán dichos impactos a mediano y largo plazo.
- En cuanto al medio natural, el paisaje tendrá efectos irreversibles que modificarán el área por lo que se tomarán medidas para mitigar en lo posible estos impactos ocasionados, que se tomarán como impactos temporales hasta regenerar el área mediante programas de reforestación del área. Es importante recalcar que los daños ocasionados en el área, no serán de significancia alta debido a que ya había sido afectada por actividades de extracción en seco.

### **En cuanto a los aspectos Socioeconómicos**

- No se presentará el desabasto de recursos naturales en la zona bajo estudio, en cambio el proyecto promoverá el ofrecimiento de servicios y demanda de mano de obra durante las etapas de limpieza de sitio y operación.
- Fomentará el desarrollo económico en esta zona de Yucatán, al proporcionar empleos y requerimiento de servicios.

## 7.3 Conclusiones

***De acuerdo a las características generales del proyecto, los estudios de campo realizados, la información recopilada y descrita en esta manifestación, así como derivado de la evaluación de impactos ambientales que ocasionará el proyecto, se puede resumir lo siguiente:***

Del análisis de los componentes ambientales del sistema, de las actividades que comprende el proyecto, y de los impactos ambientales que las actividades ocasionarán sobre los componentes, se concluye que, desde el punto de vista ambiental, la ejecución del presente proyecto no se contrapone al desarrollo actual y próximo del municipio de Mérida, Yucatán, ni a la Unidad de Gestión Ambiental donde éste se encuentra, y que el grado de afectación a producir se considera mitigable y compensable mediante la ejecución adecuada de las medidas descritas en este estudio y en la normatividad ambiental aplicable.

Durante las diferentes etapas se afectará en forma no significativa la vegetación del sitio, estas afectaciones serán mitigadas y compensadas con acciones que permitan minimizar la magnitud de los impactos ambientales adversos, y prevenir la aparición de los impactos potenciales e irreversibles. Los componentes ambientales recibirán impactos de diversos grados, tipos de efectos e incidencia. Los impactos son en su mayoría moderados, temporales y puntuales. La aplicación de las medidas de prevención y mitigación, así como la posterior restauración permitirán reducir el grado de deterioro general del paisaje.

El proyecto por ubicarse en un área previamente impactada por la instalación de un banco de material en seco, no producirá un impacto severo inicial sobre los componentes bióticos de flora y fauna. Es importante indicar que para el término del proyecto se efectuará un **PROGRAMA DE ABANDONO DEL SITIO** cumpliendo con todas las medidas necesarias para poder llevar a cabo los trámites necesarios para la autorización de uso posterior del predio, el cual está contemplado para el desarrollo habitacional o en su caso para actividades acuáticas.

La evaluación de impacto ambiental se desarrolló integrando las mejores técnicas, métodos e información especializada disponibles para lograr una valoración adecuada de los impactos que se producirán sobre los componentes físicos-químicos, ecológicos y socioeconómicos del sistema.

Con base en lo expuesto, el proyecto se considera favorable y factible de construirse desde el punto de vista ambiental, sin embargo, es importante que se asegure la correcta ejecución de cada una de las disposiciones emitidas en las medidas de prevención, mitigación y compensación por parte del promovente. De igual manera darle un fiel seguimiento al programa de vigilancia ambiental con el objetivo de minimizar los impactos ambientales producto del presente proyecto.



## 7.4 Bibliografía

- Aranda, M.** 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. CONABIO. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz, México. 212 p.
- Arellano, A., S. Flores, J. Tun y M. Cruz.** 2003. Nomenclatura, forma de vida, uso, manejo y distribución de las especies vegetales de la Península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense Fascículo 20. Universidad Autónoma de Yucatán-CONACYT. México.
- Arriaga Cabrera, L. V. Aguilar Sierra, J. Alcocer Durán, R. Jiménez Rosemberg, E. Muñoz López y E. Vázquez Domínguez** (coords). 1998. Regiones hidrológicas prioritarias: fichas técnicas y mapa (escala 1:4,000,000). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 142 pp.
- Bibby, C., N. Burgess y D. Hill.** 1993. Bird Census Techniques. Academic Press Limited. San Diego, CA. 257 p.
- Butterlin, J. y Bonet, F.** 1960. "Las Formaciones Cenozoicas de la Parte Mexicana de la Península de Yucatán". Instituto de Geología. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Butterlin, J y Bonet, F.** 1963. "Mapas geológicos de la Península de Yucatán: las formaciones Cenozoicas de la parte mexicana de la Península de Yucatán". Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geología. México, Distrito Federal.
- Byron, H.** 2000. Biodiversity and Environmental Impact Assessment: A good practice guide for road schemes. The RSPB, WWF-UK, English Nature and the Wildlife Trusts, Sandy. 119 p.
- Comisión Federal de Electricidad,** 2002 "Estudio geohidrológico de la zona metropolitana del estado de Yucatán", Subdirección de Geohidrología.
- Comisión Nacional del Agua.** 1989. "Los Recursos Físicos de la Península de Yucatán". Gerencia Regional del Sureste. Subgerencia de Estudios. Subdirección de Agrología.
- Comisión Nacional del Agua.** 1997. "Diagnóstico de la Región XII, Península de Yucatán". Subdirección General de Programación. Gerencia de Planeación Hidráulica. Gerencia Regional de la Península de Yucatán. Subgerencia Regional de Programación.
- Corn, P. y R. Bury.** 1990. Sampling methods for terrestrial amphibians and reptiles. USDA Forest Service. 34 p.
- CMAP,** 1999. Clasificación Mexicana de Actividades Productivas.
- Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán.** 1999. Ley de Protección al Ambiente del Estado de Yucatán. 23 de abril de 1999. Yucatán, México.
- Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán.** 2000. Reglamento de la Ley de Protección al Ambiente del Estado de Yucatán. 23 de marzo de 2000. Yucatán, México.
- Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán.** 2002. Plan Estatal de Desarrollo Yucatán 2001 – 2007. Mérida, Yucatán. 29 de Enero del 2002.
- Diario Oficial de la Federación.** 1982. "Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por la Emisión del Ruido". México, Distrito Federal. 06 de Diciembre de 1982.
- Diario Oficial de la Federación.** 1988. "Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente". México, Distrito Federal. 28 de Enero de 1988.
- Diario Oficial de la Federación.** "Reglamento de la Ley de General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos" México, Distrito Federal. Noviembre de 2006.

- Diario Oficial de la Federación.** 1988 c. "Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera". México, Distrito Federal. 25 de Noviembre de 1988.
- Diario Oficial de la Federación.** 1992. "Ley de Aguas Nacionales". México, Distrito Federal. 27 de Noviembre de 1992.
- Diario Oficial de la Federación.** 1993. "Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993, Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente". México, Distrito Federal. 2006.
- Diario Oficial de la Federación.** 1994. "Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición". México, Distrito Federal. 15 de Diciembre de 1994.
- Diario Oficial de la Federación.** 1996. "Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales". México, Distrito Federal. 11 de Diciembre de 1996.
- Diario Oficial de la Federación.** 1997. "Reglamento Federal de Seguridad. Higiene y Medio Ambiente de Trabajo". México, Distrito Federal. 21 de Enero de 1997.
- Diario Oficial de la Federación.** 1997 b. "Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible". México, Distrito Federal. 22 de Abril de 1997.
- Diario Oficial de la Federación.** 1999. "Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-1999, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible". México, Distrito Federal. 06 de Agosto de 1999.
- Diario Oficial de la Federación.** 2000. "Ley General de Vida Silvestre". México, Distrito Federal. 03 de Julio de 2000.
- Diario Oficial de la Federación.** 2010. "Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección Ambiental-Especies nativas de México de Flora y Fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo". Segunda Sección. México, Distrito Federal. 30 de Diciembre de 2010. 78 p.
- Dowler, R. y M. Engstrom.** 1988. Distributional records of mammals from the southwestern Yucatan Peninsula of Mexico. *Annals of Carnegie Museum* 57: 159-166.
- Duch, J** 1991. La conformación territorial de Yucatán. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 427 p.
- Durán, R., G. Campos, J.C. Trejo, P. Simá, F. May y M. Juan.** 2000. "Listado Florístico de la Península de Yucatán". Centro de Investigación Científica de Yucatán. Mérida, Yucatán, México. 259 p.
- Durán, R.; A. Dorantes; P. Simá y M. Méndez.** 2000. Manuel de propagación de plantas nativas de la península de Yucatán. Volumen II. Centro de Investigación Científica de Yucatán. 105 p.
- Flores, J.S. e I. Espejel.** 1994. Tipos de vegetación de la península de Yucatán. *Etnoflora Yucatanense*. Fascículo 3. Universidad Autónoma de Yucatán. México. 135 pp.
- García, E.** 1973. "Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen". Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 246 p.

- Glasson J., R. Therivel y A. Chadwick.** 1999. Introduction to Environmental Impact Assessment. 2nd Edition. Spon Press. USA. 496 p.
- Hall, E. y K. Kelson.** 1959. The Mammals of North America. The Ronald Press Company. New York.
- Heyer, W.R. y K.A. Berven,** 1973. Species diversities of herpetofaunal samples from similar microhabitats at two tropical sites. *Ecology* 54(3):642-645
- Heyer, W., M. Donnelly, R. McDiarmid, L. Hayek y M. Foster.** 1994. Medición y monitoreo de la Diversidad Biológica, Metodos estandarizados para anfibios. Smithsonian Institution Press. 364 p.
- Howell, S. Y S. Webb.** 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press. USA. 851 pp.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.** 2000. Anuario estadístico Yucatán: Edición 2000. México. 506 pp.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.** 2002. Estudio Hidrológico del Estado de Yucatán, México. 77 pp.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.** 2003. Datos Estadísticos Yucatán. Consulta por Internet: [yuc.inegi.gob.mx](http://yuc.inegi.gob.mx).
- Lee, J.C.** 2000. A field guide to the amphibians and reptiles of the maya world. Cornell University. U.S.A. 402 p.
- Lesser-Illades, J.M.** 1989. Estudio Hidrogeológico e Hidrogeoquímico de la Península de Yucatán. SRH. Dirección de Geohidrología y Zonas Áridas.
- Lesser-Illades, J.M. and Weidie, A.E.** 1988. Region 25 Yucatan Peninsula; Chapter 28. The Geology of North America. Vol. O-2. Hydrogeology. The Geological Society of America.
- Lips, K, J. Rehacer, B. Young y R. Ibáñez.** 2001. Monitoreo de anfibios en América Latina: Manual de Protocolos. Society for the Study of Amphibians and Reptiles Herpetological Circular No.30. 122 p.
- MacKinnon, B.** 2002. Check-list of the birds of the Yucatan Peninsula. Amigos de Sian Ka'an, A.C. y Secretaria de turismo de Yucatán. 36 p.
- Milne, L. y Milne, M.** 1980. Field Guide to North American Insects and Spiders. The Audubon Society. Published by Alfred Knopf. New York. 989 p.
- Miranda, F.** 1958. Estudio acerca de la vegetación de la Península de Yucatán. En: Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento. Ed. Beltrán . E. Publ. Inst. Mex. Nat. Renov., (II): 215-271
- Miranda, F. y Hernández, E.,** 1963. Los tipos de Vegetación de México y su Clasificación. Bol. Soc. Bot. Méx. (28): 29-179.
- Moreno, C.** 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. España. 84 pp.
- Mound, L.** 1995. Insectos. Miniguía. Audrey y CONACULTA. México. 160 p.
- Perry, E., J. Swift, J. Gamboa, A. Reeve, R. Sanborn, L. Marín y M. Villasuso.** 1989. Geologic and environment aspects of surface cementation, north coast, Yucatan, Mexico. *Geology*. 17: 818-821.
- Navarro S., A. AICA: C-26, Omiltemi. En: Benítez, H., C. Arizmendi y L. Marquez.** 1999. Base de Datos de las AICAS. CIPAMEX, CONABIO, FMCN, y CCA. (<http://www.conabio.gob.mx> .México).
- Petts, J.** 1999. Handbook of Environmental Impact Assessment. Ed. Advisers. England. 484 p.
- Pozo de la Tijera, C. y J. Escobedo.** 1999. Mamíferos terrestres de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. *Revista de Biología Tropical* 47:251-262.

- Ramírez-Pulido, J., A. Castro-Campillo, J. Arroyo-Cabrales y F. A. Cervantes.** 1996. Lista taxonómica de los mamíferos terrestres de México. Occasional Papers The Museum Texas Tech University, 158:1-62.
- Rzedowsky, J.** 1978. Vegetación de México. Limusa, México.
- SARH.** 1994. Inventario Nacional Forestal Periódico 1992-1994, México. SEMARNAT
- SCIANT**, 2000. Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, modificado para México.
- Sistema de Integración Centroamericana.** 1999. Lista de fauna de importancia para la conservación en C.A. y Méx.: listas rojas, listas oficiales y especies en apéndices CITES. UICN-WWF. Costa Rica. 230 pp.
- Sosa V., J. S. Flores, V. Rico-Gray, R. Lira y J. J. Ortiz.** 1985. Etnoflora Yucatanense; Lista Florística y Sinonimia Maya. Instituto Nacional de Investigaciones Sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Veracruz; México. 225 p.
- Treweek, J.** 1999. Ecological Impact Assessment. Blackwell Science Ltd. UK. 351 p.
- UNESCO/FAO.** 1972, en CARBALLAS, T. et al. 1981. Clave para la clasificación de los suelos (UNESCO-FAO). Sociedad Española de la Ciencia del Suelo. Madrid.
- Universidad Autónoma de Yucatán.** 1999. Atlas de procesos territoriales de Yucatán. México. 388 pp.
- Villasuso, P.M. y Méndez, R.R.** 2000. "Modelo Conceptual del Acuífero de la Península de Yucatán". En "Población, Desarrollo y Medio Ambiente en la Península de Yucatán: De los Mayas al 2030". Publicación en inglés de IIASA. Reporte RR-00-14. pp. 120-139.
- [www.cna.gob.mx/eCNA/Espanol/publicaciones/PlanRegionalHidraulico/RegionXII/region-XII4a.pdf](http://www.cna.gob.mx/eCNA/Espanol/publicaciones/PlanRegionalHidraulico/RegionXII/region-XII4a.pdf)**: El agua, un recurso estratégico y de seguridad nacional. Fuente: GRPY. Subgerencia Técnica. CNA.

## **CONTENIDO**

|   |   |
|---|---|
| 8. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES | 2 |
| 8.1 Formatos de presentación  | 2 |
| 8.2 Otros anexos  | 2 |
| 8.3 Glosario de términos  | 2 |

## 8. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

### 8.1 *Formatos de presentación*

Anexo 1. Ubicación del proyecto

#### 8.1.1 Planos definitivos

Anexo 2. Planos del Proyecto

#### 8.1.2 Fotografías

Anexo 3. Memoria Fotográfica

#### 8.1.3 Videos

No se realizaron

#### 8.1.4 Listas de flora y fauna

Anexo 4. Listados florísticos y faunísticos

### 8.2 *Otros anexos*

Anexo 5. Identificación del responsable Técnico

Anexo 6. Procedimientos aplicables al proyecto

Anexo 7. Programas aplicables al proyecto

Anexo 8. Matriz de Impactos

Anexo 9. Documentación legal

### 8.3 *Glosario de términos*

**Acuífero.** Es cualquier formación geológica por la que circulan o se almacenan aguas subterráneas, que puedan ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento.

**Agua subterránea:** Es el agua que se encuentra en el subsuelo, en formaciones geológicas parcial o totalmente saturadas.

**Área agropecuaria:** Terreno que se utiliza para la producción agrícola o la cría de ganado, el cual ha perdido la vegetación original por las propias actividades antropogénicas.

**Área de maniobras:** Área que se utiliza para el prearmado, montaje y vestidura de estructuras de soporte cuyas dimensiones están en función del tipo de estructura a utilizar.

**Área industrial, de equipamiento urbano o de servicios:** Terreno urbano o aledaño a un área urbana, donde se asientan un conjunto de inmuebles, instalaciones, construcciones y mobiliario utilizado para prestar a la población los servicios urbanos y desarrollar las actividades económicas.

**Área rural:** Zona con núcleos de población frecuentemente dispersos menores a 5,000 habitantes. Generalmente, en estas áreas predominan las actividades agropecuarias.

**Área urbana:** Zona caracterizada por presentar asentamientos humanos concentrados de más de 15,000 habitantes. En estas áreas se asientan la administración pública, el comercio organizado y la industria y presenta alguno de los siguientes servicios: drenaje, energía eléctrica y red de agua potable.

**Banco de material:** El manto, yacimiento o depósito de materiales terrosos y pétreos, susceptibles de ser extraídos de su estado natural, para ser aprovechados en la industria de la construcción.

**Beneficioso o perjudicial:** Positivo o negativo.

**Biodiversidad:** Es la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

**Código CRETIB:** El código de clasificación de las características que contienen los residuos peligrosos y que significan: corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable y biológico infeccioso.

**Componentes ambientales críticos:** Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.

**Componentes ambientales relevantes:** Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.

**Contaminación:** La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico o discontinuidad de los procesos naturales.

**Contaminante:** Toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna cualquier elemento natural, modifique o altere su composición y condición natural.

**Contingencia ambiental:** Situación de riesgo, derivada de actividades humanas o fenómenos naturales, que puede poner en peligro la integridad de uno o varios ecosistemas.

**Daño a los ecosistemas:** Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.

**Daño ambiental:** Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

**Daño grave al ecosistema:** Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.

**Desequilibrio ecológico grave:** Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

**Desmonte:** Eliminación del estrato vegetal existente en un área determinada.

**Despalme:** Remoción de la capa superficial del terreno natural, que por sus características no es adecuada o útil para la construcción.

**Duración:** El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.

a) El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.

**Empresa autorizada de manejo:** Persona física o moral que preste servicios para realizar cualquiera de las operaciones comprendidas en el manejo de residuos peligrosos.

**Erosión del suelo:** El proceso físico que consiste en el desprendimiento y arrastre de los materiales del suelo por la acción del viento, agua y procesos geológicos.

**Especie amenazada:** La que podría llegar a encontrarse en peligro de extinción de siguen operando factores que ocasionen el deterioro o modificación del hábitat o que disminuyan sus poblaciones.

**Especie en peligro de extinción:** Especie cuyas áreas de distribución o tamaño poblacional han sido disminuidas drásticamente, poniendo en riesgo su variabilidad ecológica en todo su rango de distribución por múltiples factores, tales como la destrucción o modificación drástica de su hábitat, restricción severa de su distribución, sobreexplotación, enfermedades, depredación, etc.

**Especies de difícil regeneración:** Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.

**Explotación:** Acto por el cual se retira de su estado natural de reposo, cualquier material constituyente del volumen geológico que se aprovecha, así como el conjunto de actividades que se realicen con el propósito de extraer dichos naturales de su estado natural.

**Fauna silvestre:** Las especies animales que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo sus poblaciones menores que se encuentran bajo control del hombre, así como los animales domésticos que por abandono se tornen salvajes y por ello sean susceptibles de captura y apropiación.

**Flora silvestre:** Las especies vegetales así como los hongos, que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo las poblaciones o especímenes de estas especies que se encuentran bajo control del hombre.

**Fuente fija:** Es toda instalación establecida en un solo lugar, que tenga como finalidad desarrollar operaciones o procesos industriales, comerciales, de servicios o actividades que generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera.

**Fuente móvil:** Camiones, automóviles, motocicletas, equipo y maquinarias no fijos con motores de combustión y similares, que con motivo de su operación generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera.

**Impacto ambiental:** Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.



**Impacto ambiental acumulativo:** El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

**Impacto ambiental residual:** El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

**Impacto ambiental significativo o relevante:** Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

**Impacto ambiental sinérgico:** Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

**Importancia:** Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente:

**Irreversible:** Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.

b) La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.

c) La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.

d) La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.

e) La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.

**Magnitud:** Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.

**Material peligroso:** Elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, independientemente de su estado físico, represente un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas.

**Medidas de compensación:** Conjunto de acciones que tienen como fin el compensar el deterioro ambiental ocasionado por los impactos ambientales asociados a un proyecto, ayudando así a restablecer las condiciones ambientales que existían antes de la realización de las actividades del proyecto.

**Medidas de mitigación:** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

**Medidas de prevención:** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

**Naturaleza del impacto:** Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

**Nivel freático:** La superficie de agua que se encuentra en el subsuelo bajo el efecto de la fuerza de gravitación y que delimita la zona de aireación de la de saturación.

**Residuo:** Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

**Residuo sólido municipal:** El residuo sólido que proviene de actividades que se desarrollan en casa-habitación, sitios y servicios públicos, demoliciones, construcciones establecimientos comerciales y de servicios, así como residuos industriales que no se deriven de su proceso.

**Residuos peligrosos:** Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.

**Reversibilidad:** Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

**Ruido:** Todo sonido que rebase los límites máximos permisibles señalados en las normas técnicas.

**Sistema ambiental:** Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.

**Urgencia de aplicación de medidas de mitigación:** Rapidez e importancia de las medidas correctivas para mitigar el impacto, considerando como criterios si el impacto sobrepasa umbrales o la relevancia de la pérdida ambiental, principalmente cuando afecta las estructuras o funciones críticas.

**Vegetación natural:** Conjunto de elementos arbóreos, arbustivos y herbáceos presentes en el área por afectar por las obras de infraestructura eléctrica y sus asociadas.